

(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
2012 年 12 月 13 日(13.12.2012)



(10) 国際公開番号

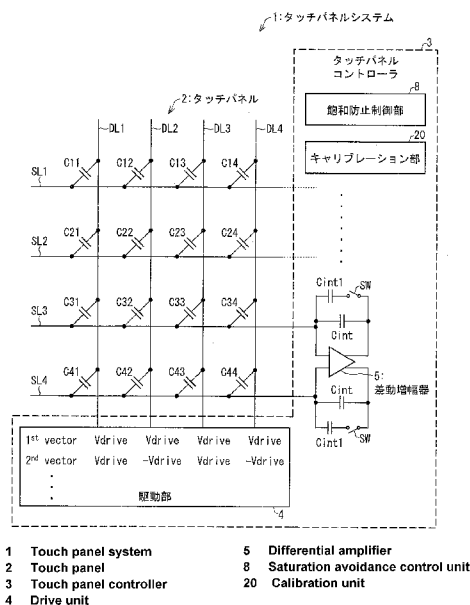
WO 2012/169215 A1

- (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/JP2012/051336
- (22) 国際出願日: 2012 年 1 月 23 日(23.01.2012)
- (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 2011-130604 2011 年 6 月 10 日(10.06.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): ▲濱▼口 睦 (HAMAGUCHI, Mutsumi). 宮本 雅之 (MIYAMOTO, Masayuki). 飯塚 邦彦 (IIZUKA, Kunihiko).
- (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, 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, KM, 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, 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, MD, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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, 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 AND ELECTRONIC APPARATUS EMPLOYING SAME

(54) 発明の名称: タッチパネルコントローラ、及びこれを用いた電子機器

[図8]



(57) Abstract: A touch panel controller (1), with which it is possible to properly detect a capacitance change of a first capacitance and a second capacitance when touched, comprises: a drive unit (4) which, on the basis of a coding series for capacitances (C31-C34) which are formed between drive lines (DL1-DL4) and a sense line (SL3) and capacitances (C41-C44) which are formed between the drive lines (DL1-DL4) and a sense line (SL4), drives the drive lines (DL1-DL4), outputs a first linear sum output from the capacitances (C31-C34), and outputs a second linear sum output from the capacitances (C41-C44); a differential amplifier (5) which amplifies the differential between the first linear sum output and the second linear sum output; and a saturation avoidance control unit (8) which corrects a line dependency between the capacitance values of the capacitances (C31-C34) and the capacitance values of the capacitances (C41-C44).

(57) 要約: タッチされた第1静電容量及び第2静電容量の容量変化を正しく検出することができるタッチパネルコントローラ(1)は、ドライバラインDL1~DL4とセンスラインSL3との間に形成される静電容量C31~C34及び、ドライバラインDL1~DL4とセンスラインSL4との間に形成される静電容量C41~C44に対して、符号系列に基づいて、ドライバラインDL1~DL4を駆動して、静電容量C31~C34からの第1線形和出力を出力させ、及び、静電容量C41~C44からの第2線形和出力を出力させる駆動部4と、第1線形和出力と第2線形和出力との差分を増幅する差動増幅器(5)と、静電容量C31~C34の容量値と静電容量C41~C44の容量値とのライン依存性を補正する飽和防止制御部(8)とを備えている。

WO 2012/169215 A1

明 細 書

発明の名称：

タッチパネルコントローラ、及びこれを用いた電子機器

技術分野

[0001] 本発明は、複数のドライブラインを並列駆動して、マトリックス状に構成された静電容量の容量値を推定または検出するタッチパネルコントローラ、及びこれを用いた電子機器に関する。

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、例えば、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装置が、特許文献1に開示されている。この容量検出装置は、指やペンでタッチパネルに触れると、触れられた静電容量の容量値が変化するので、容量値の変化を検出して、指やペンのタッチを検出する。

[0003] 図23は、従来のタッチパネルシステム91の構成を示す模式図である。図24は、タッチパネルシステム91の駆動方法を説明するための図である。タッチパネルシステム91は、タッチパネル92を備えている。タッチパネル92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] タッチパネルシステム91には、駆動部94が設けられている。駆動部94は、図24の式3に示される4行4列の符号系列に基づいてドライブラインDL1～DL4を駆動する。符号行列の要素が「1」であれば、駆動部94は電圧Vdriveを印加し、要素が「0」であれば、ゼロボルトを印加する。

[0005] タッチパネルシステム91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98を有している。増幅器98は、駆動部94により駆動されたセンスラインに沿った静電容量の線形和Y1、Y

2、Y 3、Y 4 を受け取って増幅する。

[0006] 例えば、上記 4 行 4 列の符号系列による 4 回の駆動のうちの最初の駆動では、駆動部 9 4 はドライブライン D L 1 に電圧 V drive を印加し、残りのドライブライン D L 2 ～ D L 4 にゼロボルトを印加する。すると、例えば、図 2 4 の式 1 で示される静電容量 C 3 1 に対応するセンスライン S L 3 からの測定値 Y 1 が増幅器 9 8 から出力される。

[0007] そして、2 回目の駆動では、ドライブライン D L 2 に電圧 V drive を印加し、残りのドライブライン D L 1、D L 3、D L 4 にゼロボルトを印加する。すると、図 2 4 の式 2 で示される静電容量 C 3 2 に対応するセンスライン S L 3 からの測定値 Y 2 が増幅器 9 8 から出力される。

[0008] 次に、3 回目の駆動では、ドライブライン D L 3 に電圧 V drive を印加し、残りのドライブラインにゼロボルトを印加する。その後、4 回目の駆動では、ドライブライン D L 4 に電圧 V drive を印加し、残りのドライブラインにゼロボルトを印加する。

[0009] そうすると、図 2 4 の式 3 及び式 4 に示すように、測定値 Y 1、Y 2、Y 3、Y 4 そのものが、それぞれ静電容量値 C 1、C 2、C 3、C 4 と関連付けられる。なお、図 2 4 の式 3 ～式 4 においては、表記の簡単化のため、測定値 Y 1 ～ Y 4 について、係数 ($-V_{drive}/C_{int}$) を省略して記載している。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献 1：日本国特許公報「特許第 4 3 8 7 7 7 3 号明細書（2 0 0 5 年 6 月 1 6 日公開）」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] しかしながら、上述した図 2 3 及び図 2 4 に示す構成では、1 回の測定で 1 本のドライブラインと交差する容量データしか取得できないため、ノイズ

成分が大きく、静電容量の容量変化を正しく検出するには、同様のセンシング動作を複数回繰り返して平均化処理を行う必要があり、処理速度を上げにくいという問題がある。

[0012] 本発明の目的は、より少ないセンシング動作で静電容量の容量変化を正しく検出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

[0013] 上記の課題を解決するために、本発明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と1本のセンスラインとの間にそれぞれ形成される複数の第1静電容量及び、前記M本のドライブラインと前記1本のセンスラインに隣接する他の1本のセンスラインとの間にそれぞれ形成される複数の第2静電容量に対して、長さN ($N \geq M$) の符号系列に基づいて、前記M本のドライブラインを駆動して、前記複数の第1静電容量からの第1線形和出力を前記1本のセンスラインから出力させ、及び、前記複数の第2静電容量からの第2線形和出力を前記他の1本のセンスラインから出力させる駆動部と、前記第1線形和出力と前記第2線形和出力との差分を増幅する差動増幅器と、前記第1静電容量の容量値と前記第2静電容量の容量値とのライン依存性を補正する補正手段とを備えたことを特徴とする。

[0014] 本明細書において「ライン依存性」とは、ドライブラインとセンスラインとの間に形成される静電容量の容量値や配線を含む寄生成分の容量値が、本来は互いに等しい容量値になることを狙って製造されるが、実際は製造プロセスの影響により、センスラインに依存して異なる値となる傾向、またはドライブラインに依存して異なる値となる傾向を示す現象をいうものとする。

[0015] 上記特徴によれば、M本のドライブラインと1本のセンスラインとの間にそれぞれ形成される複数の第1静電容量及び、前記M本のドライブラインと前記1本のセンスラインに隣接する他の1本のセンスラインとの間にそれぞれ形成される複数の第2静電容量に対して、長さN ($N \geq M$) の符号系列に基づいて、前記M本のドライブラインを駆動して、前記複数の第1静電容量

からの第1線形和出力を前記1本のセンスラインから出力させ、及び、前記複数の第2静電容量からの第2線形和出力を前記他の1本のセンスラインから出力させ、この第1線形和出力と第2線形和出力との差分を増幅する際に、第1静電容量の容量値と第2静電容量の容量値とのライン依存性を補正するので、第1静電容量及び第2静電容量が、製造プロセスの影響により、ラインに依存して異なる容量値に製造されていても、タッチされた第1静電容量及び第2静電容量の容量変化を正しく検出することができる。

[0016] また、上記の課題を解決するために、本発明に係る電子機器は、本発明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、前記タッチパネルに重ねられているか、前記タッチパネルを内蔵した表示パネルとを備えたことを特徴とする。

[0017] この特徴によれば、M本のドライブラインと1本のセンスラインとの間にそれぞれ形成される複数の第1静電容量及び、前記M本のドライブラインと前記1本のセンスラインに隣接する他の1本のセンスラインとの間にそれぞれ形成される複数の第2静電容量に対して、長さN ($N \geq M$) の符号系列に基づいて、前記M本のドライブラインを駆動して、前記複数の第1静電容量からの第1線形和出力を前記1本のセンスラインから出力させ、及び、前記複数の第2静電容量からの第2線形和出力を前記他の1本のセンスラインから出力させ、この第1線形和出力と第2線形和出力との差分を増幅する際に、第1静電容量の容量値と第2静電容量の容量値とのライン依存性を補正するので、第1静電容量及び第2静電容量が、製造プロセスの影響により、ラインに依存して異なる容量値に製造されていても、タッチされた第1静電容量及び第2静電容量の容量変化を正しく検出することができるタッチパネルコントローラを備えた電子機器を得ることができる。

発明の効果

[0018] 以上のように、本発明に係るタッチパネルコントローラは、前記第1静電容量の容量値と前記第2静電容量の容量値とのライン依存性を補正する補正手段を設けたので、第1静電容量及び第2静電容量が、製造プロセスの影響

により、ラインに依存して異なる容量値に製造されていても、タッチされた第1静電容量及び第2静電容量の容量変化をより少ないセンシング動作で正しく検出することができる。

[0019] 本発明の他の目的、特徴、および優れた点は、以下に示す記載によって十分分かるであろう。また、本発明の利点は、添付図面を参照した次の説明で明白になるであろう。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]実施の形態の前提となるタッチパネルシステムの構成を示す模式図である。

[図2]上記タッチパネルシステム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。

[図3]直交符号系列による全ドライバライン駆動が有利な理由を説明するための図であり、(a)は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し、(b)は1ドライバラインごとに駆動して容量を求めるための数式を示す。

[図4]直交符号系列による全ドライバライン駆動が有利な理由を説明するための図である。

[図5]直交符号系列による全ドライバライン駆動が有利な理由を説明するための図である。

[図6]実施の形態の前提となる他のタッチパネルシステムの構成を示す模式図である。

[図7]上記タッチパネルシステムの課題を説明するためのグラフである。

[図8]実施の形態1に係るタッチパネルシステムの構成を示す模式図である。

[図9]上記タッチパネルシステムのS/N比を説明するための図である。

[図10]上記タッチパネルシステムを駆動するためのM系列符号を示す図である。

[図11]上記M系列符号で駆動した場合に復号するための復号行列を示す図である。

[図12]測定値と上記復号行列との内積をとった結果を示す図である。

[図13]実施の形態2に係るタッチパネルシステムの構成を示す模式図である。

[図14]実施の形態3に係るタッチパネルシステムの構成を示す模式図である。

[図15]上記タッチパネルシステムのS/N比を説明するための図である。

[図16]実施の形態4に係るタッチパネルシステムの構成を示す模式図である。

[図17]上記タッチパネルシステムのS/N比を説明するための図である。

[図18]実施の形態4に係る他のタッチパネルシステムの構成を示す模式図である。

[図19]上記タッチパネルシステムのS/N比を説明するための図である。

[図20]実施の形態5に係るタッチパネルシステムを駆動するための符号系列を説明するための図であり、(a)は従来の駆動方法を示し、(b)は実施の形態5に係る駆動方法を示す。

[図21]実施の形態6に係るタッチパネルシステムの構成を示す模式図である。

[図22]実施の形態7に係るタッチパネルシステムを備えた携帯電話の構成を示すブロック図である。

[図23]従来のタッチパネルシステムの構成を示す模式図である。

[図24]上記タッチパネルシステムの駆動方法を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0021] 本発明者らは、先願の日本国特許出願（特願2011-022022号、出願日：2011年2月9日、優先日：2010年11月12日）において、複数のドライバラインを並列駆動して容量を推定するタッチパネルシステムを提案しており、本実施の形態は、この提案されたタッチパネルシステムを前提としている。よって、まず、本実施の形態の前提として上記先願で提案したタッチパネルシステムを説明し、その後、本実施の形態に係る種々の

タッチパネルシステムを説明することとする。

[0022] (本実施の形態の前提)

(直交符号系列による駆動)

図 1 は、実施の形態の前提となるタッチパネルシステム 5 1 の構成を示す模式図である。図 2 は、タッチパネルシステム 5 1 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。タッチパネルシステム 5 1 は、タッチパネル 5 2 とタッチパネルコントローラ 5 3 とを備えている。タッチパネル 5 2 は、ドライブライン DL 1 ~ DL 4 と、センスライン SL 1 ~ SL 4 と、ドライブライン DL 1 ~ DL 4 とセンスライン SL 1 ~ SL 4 とが交差する位置に配置された静電容量 C 1 1 ~ C 4 4 とを有している。

[0023] タッチパネルコントローラ 5 3 には、駆動部 5 4 が設けられている。駆動部 5 4 は、図 2 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 DL 1 ~ DL 4 を駆動する。直交符号系列の要素は、「1」と「-1」とのいずれかであり。要素が「1」であれば、駆動部 5 4 は電圧 Vdrive を印加し、要素が「-1」であれば、-Vdrive を印加する。ここで、電圧 Vdrive 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。

[0024] 本明細書において、「直交符号系列」とは、符号長 N の符合系列 $d_i = (d_{i1}, d_{i2}, \dots, d_{iN})$ ($i = 1, \dots, M$) が、下記に示す条件を満足することをいうものとする。

[0025] [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、

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

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

[0026] 「直交符号系列」の例としては、シルベスター (sylvestre) 法によって生成されるアダマール (Hadamard) 行列が挙げられる。

[0027] 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。

[0028] 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2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。

[0029] 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。

[0030] 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。

[0031] 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。

[0032] タッチパネルシステム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58を有している。増幅器58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。

[0033] 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Vdri

ve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S L 3からの測定値Y 1が増幅器5 8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D L 1及びD L 3に電圧Vdriveを印加し、残りのドライブラインD L 2及びD L 4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S L 3からの測定値Y 2が増幅器5 8から出力される。

[0034] [数2]

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

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

[0035] 次に、3回目の駆動では、ドライブラインD L 1及びD L 2に電圧Vdriveを印加し、残りのドライブラインD L 3及びD L 4に−Vdriveを印加する。すると、センスラインS L 3からの測定値Y 3が増幅器5 8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D L 1及びD L 4に電圧Vdriveを印加し、残りのドライブラインD L 2及びD L 3に−Vdriveを印加する。すると、センスラインS L 3からの測定値Y 4が増幅器5 8から出力される。

[0036] ここで、図1に示す静電容量C 3 1〜C 3 4は、図2の式7〜式9においては、説明の簡単のため、C 1〜C 4により示している。また、図2及び図3 (a)の式7〜式9、図3 (b)の式10及び式11においては、表記の簡単化のため、測定値Y 1〜Y 4について、係数(−Vdrive/Cint)を省略して記載している。後述する図14の式37〜式39、図16の式46〜式48、図17の式53〜式58についても同様である。

[0037] そして、図2の式8に示すように、測定値Y 1、Y 2、Y 3、Y 4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C 1〜C 4を推定することができる。

[0038] (直交符号系列による駆動が有利な理由)

図3は、直交符号系列による全ドライブライン駆動が有利な理由を説明するための図であり、(a)は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し、(b)は1ドライブラインごとに駆動して容量を求めるための数式を示す。図4及び図5は、直交符号系列による全ドライブライン駆動が有利な理由を説明するための図である。

[0039] 説明の簡単化のため、差動増幅器を用いて容量差を検出する方式ではなく、各センスラインごとに増幅器を配置するシングルモードでの動作を考える。図4に示すように、例えば、静電容量 $C_1 = 2.0 \text{ pF}$ 、 $C_2 = 1.9 \text{ pF}$ 、 $C_3 = 2.2 \text{ pF}$ 、 $C_4 = 2.1 \text{ pF}$ である場合、図20、図21で前述した従来の1ドライブラインごとに $V_{drive} [V]$ で駆動する方式では、線形和出力の測定値 $Y_1 \sim Y_4$ は、式12に示すように、 $1.9 \sim 2.2 \text{ p} / C_{int} \times V_{drive}$ となる。

[0040] 一方、図1、図2で前述した直交符号系列にて、全ドライブラインを駆動する方式では、式13に示すように、線形和出力の測定値 Y_1 は、 $-8.2 \text{ p} / C_{int} \times V_{drive}$ となり、測定値 $Y_2 \sim Y_4$ は、 $+0.4 \sim -0.2 \text{ p} / C_{int} \times V_{drive}$ となる。

[0041] 測定値 $Y_2 \sim Y_4$ については、直交符号系列による駆動方式の方が信号成分は小さい。直交符号系列の要素がすべて「1」である測定値 Y_1 の出力は大きくなるので、ダイナミックレンジを大きくとる必要があるが、差動増幅器により容量差を抽出するように構成すれば、測定値 Y_1 の出力は大きくなりすぎるはずである。

[0042] 図5の式14に示すノイズ $Noise_1 \sim Noise_4$ は無相関と仮定すると、式16及び式17に示すように、直交符号系列による全ドライブライン駆動方式は、ノイズの点で、1ドライブごとに駆動する方式よりも有利である。このように、直交符号系列による全ドライブライン駆動方式がSN比(ノイズ)の点で有利になるのは、1回の測定で複数のドライブラインと交差する静電容量のデータを取得しており、符号長分のデータを取得しているので、内積演算した後のSN比を考慮すると、ノイズ成分が小さくなるため

と考えられる。また、符号長を L とすると、 SN 比が $L^{1/2}$ だけ有利になり、直交符号系列による全ドライブライン駆動方式を大型パネルに適用した時に特に有利となる。

[0043] また、差動増幅器により容量差を抽出する差動構成とすると、静電容量の差成分のみを抽出するので、例えば、静電容量成分を 2 pF として、容量変化が 10% と仮定すると、 0.2 pF のみを抽出するので、絶対容量成分が出力されない。このため、相対的に積分容量を小さくする（利得を大きくする）ことができ、 AD 変換器への要求仕様を緩和することができる。

[0044] 図6は、実施の形態の前提となる他のタッチパネルシステム61の構成を示す模式図である。図7は、タッチパネルシステム61の課題を説明するためのグラフである。図1を参照して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。これらの構成要素の詳細な説明は繰り返さない。

[0045] タッチパネルシステム61は、タッチパネル52とタッチパネルコントローラ63とを有している。タッチパネルコントローラ63は、差動増幅器55を有している。差動増幅器55は、互いに隣接するセンスラインから出力される線形和出力の差分を増幅する。差動増幅器55には、互いに隣接するセンスラインにそれぞれ対応する一対の積分容量 C_{int} が設けられている。図6では、説明の簡単化のため、センスライン $SL3$ 、 $SL4$ に結合された差動増幅器55のみを示している。駆動部54は、図1に示す駆動部54と同様に、図2に示される4行×4列のシルベスター法によるアダマール行列に基づいてドライブライン $DL1 \sim DL4$ を駆動する。

[0046] 本発明者らは、上記構成によりドライブライン $DL1 \sim DL4$ を駆動すると、図7に示すように、ドライブライン $DL1 \sim DL4$ を全て V_{drive} により駆動する上記アダマール行列の1回目の駆動時の期間 $T1$ において、差動増幅器55の出力が2回目以降の駆動時の期間に比べて異常に大きくなって振り切れてしまうという課題を見出した。

[0047] 図6に示すタッチパネルシステム61の構成では、上記シルベスター法に

よるアダマール行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において、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、センスラインSL3、SL4に結合された差動増幅器55から、下記の式18で示される線形和出力が出力される。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、差動増幅器55から、下記の式19で示される線形和出力が出力される。

[0048] [数3]

$$\begin{aligned}
 & 1^{\text{st}} \text{ vector} \\
 & \frac{(C_{41} + C_{42} + C_{43} + C_{44})V_{\text{drive}}}{C_{\text{int}}} - \frac{(C_{31} + C_{32} + C_{33} + C_{34})V_{\text{drive}}}{C_{\text{int}}} \\
 & = \frac{((C_{41} - C_{31}) + (C_{42} - C_{32}) + (C_{43} - C_{33}) + (C_{44} - C_{34}))V_{\text{drive}}}{C_{\text{int}}} \quad \dots (式18)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 2^{\text{nd}} \text{ vector} \\
 & \frac{(C_{41} - C_{42} + C_{43} - C_{44})V_{\text{drive}}}{C_{\text{int}}} - \frac{(C_{31} - C_{32} + C_{33} - C_{34})V_{\text{drive}}}{C_{\text{int}}} \\
 & = \frac{((C_{41} - C_{31}) - (C_{42} - C_{32}) + (C_{43} - C_{33}) - (C_{44} - C_{34}))V_{\text{drive}}}{C_{\text{int}}} \quad \dots (式19)
 \end{aligned}$$

[0049] 式18に示されるように、すべてのドライブラインDL1～DL4に電圧Vdriveを印加すると、センスラインSL4に結合された静電容量からセンスラインSL3に結合された静電容量を減算した値の線形和が差動増幅器55から出力される。

[0050] タッチパネル52に形成された各静電容量の容量値はすべて同一の値になることを目指して製造されているので、本来各静電容量の容量値はすべて同一の値であるはずであり、タッチパネル52に指、ペン等がタッチされない状態で、ドライブラインを駆動すると、差動増幅器55からはゼロが出力されるはずである。

[0051] しかしながら、実際には、製造プロセスの影響により、タッチパネル52に形成される容量値にばらつきが生じる。もし、容量値のばらつきがランダムであれば、加算、減算の組み合わせが多様になって互いにキャンセルされるはずであるから、図7に示すように、ある特定のタイミングの電圧パター

ンのみが大きくなることはないはずであるが、本発明者らの実験結果によれば、上記アダマール行列の 1 回目の駆動時の期間 T_1 においてのみ、差動増幅器 55 の出力が異常に大きくなる傾向があり、この傾向は説明がつかない。

[0052] センスラインが形成される基板の寄生容量、寄生成分、センスラインの引き回しのパターン等の影響により、センスライン毎の容量は、一定ではなく、ドライブラインの長手方向にある傾きをもって変化しているというセンスライン依存性を有していると考えられる。そして、タッチパネル 52 の静電容量がこのようなセンスライン依存性を有していると、ドライブライン $DL_1 \sim DL_4$ を全て V_{drive} により駆動する上記シルベスター法のアダマール行列の 1 行目の駆動時の差動増幅器 55 の出力が異常に大きくなり得る。実際にタッチパネルを製造して測定してみると、上記現象は往々にして生じる。本発明は、上記課題を解決しようとする側面を有する。

[0053] (実施の形態 1)

図 8 は、実施の形態 1 に係るタッチパネルシステム 1 の構成を示す模式図である。図 1 を参照して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。これらの構成要素の詳細な説明は繰り返さない。

[0054] タッチパネルシステム 1 は、タッチパネル 2 とタッチパネルコントローラ 3 とを備えている。タッチパネルコントローラ 3 は、駆動部 4 を有している。駆動部 4 は、図 1 に示す駆動部 54 と同様に、図 2 の式 7 に示される 4 行 $\times$ 4 列のシルベスター法によるアダマール行列に基づいてドライブライン $DL_1 \sim DL_4$ を駆動する。

[0055] タッチパネルコントローラ 3 は、差動増幅器 5 を有している。差動増幅器 5 は、互いに隣接するセンスラインから出力される線形和出力の差分を増幅する。差動増幅器 5 には、互いに隣接するセンスラインにそれぞれ対応する一対の積分容量 C_{int} が設けられている。図 8 では、説明の簡単化のため、センスライン SL_3 、 SL_4 に結合された差動増幅器 5 のみを示している。センスライン SL_3 には、静電容量 C_{31} 、 C_{32} 、 C_{33} 、 C_{34} (複

数の第1静電容量)が接続されている。センスラインSL4には、静電容量C41、C42、C43、C44(複数の第2静電容量)が接続されている。

[0056] 差動増幅器5は、センスラインSL3に対応する積分容量Cintに並列に配置された積分容量Cint1及びスイッチSWを有している。積分容量Cint1及びスイッチSWは直列に接続されている。センスラインSL4に対応する積分容量Cintにも同様に積分容量Cint1及びスイッチSWが配置されている。

[0057] タッチパネルコントローラ3には、飽和防止制御部8(飽和防止手段、補正手段)が設けられている。飽和防止制御部8は、互いに隣接するセンスラインから出力される線形和出力による差動増幅器5の飽和を防止するために、駆動部4が4本のドライブラインDL1~DL4にシルベスター法によるアダマール行列からなる直交符号系列に基づいて同一の電圧Vdriveを印加して駆動するとき、スイッチSWをオンして差動増幅器5の積分容量を2倍にし利得を半分にする。

[0058] なお、実施の形態1では、タッチパネル2の静電容量にセンスライン依存性があり、直交符号系列に基づいて同一の電圧Vdriveを印加して駆動するとき利得を半分にする例を示したが、本発明はこれに限定されない。タッチパネル2の静電容量にドライブライン依存性があり、M本のドライブラインのうちの奇数本目のドライブラインに第1電圧を印加し、偶数本目のドライブラインに第1電圧と絶対値が等しく符号が異なる第2電圧を印加して駆動するとき、または、 $[x]$ をxの整数部としたときに、駆動部が符号系列に基づいてM本のドライブラインのうちの1本目から $[M/2]$ 本目のドライブラインに第1電圧を印加し、 $[M/2] + 1$ 本目からM本目のドライブラインに第1電圧と絶対値が等しく符号が異なる第2電圧を印加して駆動するとき、差動増幅器5の飽和を防止するため、スイッチSWをオンして差動増幅器5の積分容量を2倍にし利得を半分にしてもよい。後述する実施の形態も同様である。

[0059] なお、厳密には、ドライブライン依存性とセンスライン依存性との双方が存在する場合に、差動増幅器 5 が飽和する傾向が現れる。図 8 及び前述した式 19 を参照すると、奇数本目のドライブラインに第 1 電圧を印加し、偶数本目のドライブラインに第 1 電圧と絶対値が等しく符号が異なる第 2 電圧を印加して駆動する 2nd vector により差動増幅器 5 が飽和傾向になるのは、例えば、

$$(C_{41} - C_{31}) > 0, (C_{43} - C_{33}) > 0,$$

$$(C_{42} - C_{32}) < 0, (C_{44} - C_{34}) < 0,$$

であるか、または、

$$(C_{41} - C_{31}) > 0, (C_{43} - C_{33}) > 0,$$

$$(C_{42} - C_{32}) = 0, (C_{44} - C_{34}) = 0,$$

である場合である。

[0060] これに対して、例えば、

$$(C_{41} - C_{31}) > 0, (C_{43} - C_{33}) > 0,$$

$$(C_{42} - C_{32}) > 0, (C_{44} - C_{34}) > 0,$$

である場合は、

式 19 に示されるように、 $(C_{41} - C_{31})$ 及び $(C_{43} - C_{33})$ と、 $(C_{42} - C_{32})$ 及び $(C_{44} - C_{34})$ とがキャンセルされるため、差動増幅器 5 の飽和傾向は現れない。

[0061] 上記アダマール行列の 1 回目の駆動時における差動増幅器 5 の従来の出力は下記の式 20 により表され、本実施の形態での出力は下記の式 21 により表される。式 21 における最初の式の第 1 項が、請求項で規定する「第 1 線形和出力」に相当し、第 2 項が「第 2 線形和出力」に相当する。

[0062]

[数4]

1st vector (従来)

$$\frac{(C_{41} + C_{42} + C_{43} + C_{44})V_{drive}}{C_{int}} - \frac{(C_{31} + C_{32} + C_{33} + C_{34})V_{drive}}{C_{int}} \\ = \frac{((C_{41} - C_{31}) + (C_{42} - C_{32}) + (C_{43} - C_{33}) + (C_{44} - C_{34}))V_{drive}}{C_{int}} \quad \dots (式20)$$

1st vector (実施の形態)

$$\frac{(C_{41} + C_{42} + C_{43} + C_{44})V_{drive}}{2C_{int}} - \frac{(C_{31} + C_{32} + C_{33} + C_{34})V_{drive}}{2C_{int}} \\ = \frac{((C_{41} - C_{31}) + (C_{42} - C_{32}) + (C_{43} - C_{33}) + (C_{44} - C_{34}))V_{drive}}{2C_{int}} \quad \dots (式21)$$

[0063] 差動増幅器5における利得が1/2になったアダマール行列の1回目の駆動時の出力は、図示しない後段の信号処理回路で2倍に増幅されて補償される。

[0064] タッチパネルコントローラ3は、キャリブレーション部20（補正手段）を有している。キャリブレーション部20は、タッチパネルコントローラ3のキャリブレーション時に差動増幅器5の出力レベルを観測する。飽和防止制御部8は、キャリブレーション部20の観測結果に基づいて、差動増幅器5の飽和を防止するための上述した動作を実動作時に実行する。

[0065] なお、上記では、利得を半分にする例を示したが、本発明はこれに限定されない。差動増幅器5が飽和しないレベルにすることができれば、利得は半分でなくてもよい。

[0066] 図9は、タッチパネルシステム1のSN比を説明するための図である。図9の式22に示すノイズNoise1～Noise4は無相関と仮定すると（利得を下げてでもNoiseが変わらない場合）、式24及び式25に示すように、実施の形態1に係る直交符号系列による全ドライブライン駆動方式は、ノイズが $(7/16)^{1/2}$ になる点で、1ドライブごとに駆動する方式よりも有利である。

[0067] なお、実施の形態1では、アダマール行列からなる直交符号系列の1行目から順番に駆動する例を示したが、本発明はこれに限定されない。アダマール行列の最後の行から順番に駆動しても良いし、行を任意に並べ替えた順番

で駆動しても良い。後述する実施の形態においても同様である。

[0068] 実施の形態1では、直交符号系列による駆動の例を示したが、本発明はこれに限定されない。直交符号系列以外の符号系列、例えば、M系列に基づく符号系列によって駆動しても良い。後述する実施の形態も同様である。但し、直交符号系列により駆動すると、M系列に基づく符号系列によって駆動するよりもS/N比が大きくなる利点を得られる。

[0069] 図10は、タッチパネルシステム1を駆動するためのM系列符号MC1を示す図である。図11は、M系列符号MC1で駆動した場合に復号するための復号行列MC2を示す図である。図12は、測定値と復号行列MC2との内積をとった結果の行列MC3を示す図である。

[0070] M系列符号MC1は、31行×31列の行列であり、M系列符号MC1に基づいて31本のドライブラインが、1st vector～31st vectorにより31回駆動され、31個の測定値Y1～Y31が得られる。M系列符号MC1の要素「1」は、+Vボルトをドライブラインに印加することを意味し、要素「0」は、図10では「-1」と表記し、-Vボルトをドライブラインに印加することを意味する。

[0071] このM系列符号MC1で駆動した場合に復号するための復号行列MC2は、31行×31列の行列であり、測定値Y1～Y31と復号行列MC2との内積をとれば、図12に示す行列MC3が得られる。

[0072] 測定値のうち、16個のデータを用いて容量を推定している。信号成分は16倍、ノイズ成分は、無相関であると仮定すると4倍であり、直交符号系列であるアダマール符号を使った場合では、16個のvectorを使った場合に相当する。このように、M系列符号を使用した場合、vector数が31であるにもかかわらず、アダマール符号の16個のvectorを使った場合の信号成分及びノイズ成分と同じである。従って、直交符号系列を使用すると、M系列符号を使用するよりもS/N比が大きくなる利点がある。

[0073] (実施の形態2)

図13は、実施の形態2に係るタッチパネルシステム1Aの構成を示す模

式図である。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。これらの構成要素の詳細な説明は繰り返さない。

[0074] タッチパネルシステム 1 A は、タッチパネルコントローラ 3 A を有しており、タッチパネルコントローラ 3 A は、飽和防止制御部 8 A を有している。飽和防止制御部 8 A は、図 2 の式 7 に示される 4 行×4 列のシルベスター法によるアダマール行列に基づく 4 回の駆動のうちの最初の駆動において、電圧 V_{drive} の代わりに $(V_{drive}/2)$ をドライブライン DL 1～DL 4 に印加するように駆動部 4 を制御する。

[0075] 上記最初の駆動時における差動増幅器 5 の従来の出力は下記の式 26 により表され、本実施の形態での出力は下記の式 27 により表される。

[0076] [数5]

1st vector (従来)

$$\frac{(C_{41} + C_{42} + C_{43} + C_{44})V_{drive}}{C_{int}} - \frac{(C_{31} + C_{32} + C_{33} + C_{34})V_{drive}}{C_{int}} \\ = \frac{((C_{41} - C_{31}) + (C_{42} - C_{32}) + (C_{43} - C_{33}) + (C_{44} - C_{34}))V_{drive}}{C_{int}} \quad \dots (式26)$$

1st vector (実施の形態)

$$\frac{(C_{41} + C_{42} + C_{43} + C_{44})V_{drive}/2}{C_{int}} - \frac{(C_{31} + C_{32} + C_{33} + C_{34})V_{drive}/2}{C_{int}} \\ = \frac{((C_{41} - C_{31}) + (C_{42} - C_{32}) + (C_{43} - C_{33}) + (C_{44} - C_{34}))V_{drive}}{2C_{int}} \quad \dots (式27)$$

[0077] このようにアダマール行列に基づく最初の駆動における駆動電圧を下げると、差動増幅器 5 の飽和を防止することができる。0.5 倍の駆動電圧で駆動されたときの差動増幅器 5 の出力は、図示しない後段の信号処理回路で 2 倍に増幅されて補償される。

[0078] なお、上記では、ドライブラインの駆動電圧を半分にする例を示したが、本発明はこれに限定されない。差動増幅器 5 が飽和しないレベルにすることができれば、駆動電圧は半分でなくてもよい。

[0079] (実施の形態 3)

図 14 は、実施の形態 3 に係るタッチパネルシステム 1 B の構成を示す模式図である。図 15 は、タッチパネルシステム 1 B の SN 比を説明するため

の図である。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。これらの構成要素の詳細な説明は繰り返さない。

[0080] タッチパネルシステム 1 B は、タッチパネルコントローラ 3 B を有しており、タッチパネルコントローラ 3 B は、飽和防止制御部 8 B を有している。飽和防止制御部 8 B は、ドライブライン DL 1 ~ DL 4 に、図 2 の式 7 に示される 4 行 × 4 列のシルベスター法によるアダマール行列に基づいて同一の電圧を印加して駆動しようとするときに、ドライブライン DL 1 ~ DL 4 を、ドライブライン DL 1 及び DL 2 と、ドライブライン DL 3 及び DL 4 とに分割して駆動するように駆動部 4 を制御する。

[0081] 従来は、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、すべてのドライブライン DL 1 ~ DL 4 に電圧 V_{drive} を印加する。すると、差動増幅器 5 から、下記の式 28 で示される線形和出力が出力される。

[0082] 実施の形態 3 では、まず、ドライブライン DL 1 及び DL 2 に電圧 V_{drive} を印加し、残りのドライブライン DL 3 及び DL 4 にゼロボルトを印加して駆動しない。すると、差動増幅器 5 から、下記の式 29 で示される線形和出力が測定値 Y_1 として出力される。そして、ドライブライン DL 1 及び DL 2 にゼロボルトを印加して駆動せず、残りのドライブライン DL 3 及び DL 4 に電圧 V_{drive} を印加する。すると、差動増幅器 5 から、下記の式 30 で示される線形和出力が測定値 Y_1' として出力される。

[0083]

[数6]

1st vector (従来)

$$\frac{(C_{41} + C_{42} + C_{43} + C_{44})V_{drive}}{C_{int}} - \frac{(C_{31} + C_{32} + C_{33} + C_{34})V_{drive}}{C_{int}} \\ = \frac{((C_{41} - C_{31}) + (C_{42} - C_{32}) + (C_{43} - C_{33}) + (C_{44} - C_{34}))V_{drive}}{C_{int}} \quad \dots (式28)$$

1st vector (1)

$$\frac{(C_{41} + C_{42})V_{drive}}{C_{int}} - \frac{(C_{31} + C_{32})V_{drive}}{C_{int}} = \frac{((C_{41} - C_{31}) + (C_{42} - C_{32}))V_{drive}}{C_{int}} \quad \dots (式29)$$

1st vector (2)

$$\frac{(C_{43} + C_{44})V_{drive}}{C_{int}} - \frac{(C_{33} + C_{34})V_{drive}}{C_{int}} = \frac{((C_{43} - C_{33}) + (C_{44} - C_{34}))V_{drive}}{C_{int}} \quad \dots (式30)$$

[0084] このようにアダマール行列に基づく最初の駆動において駆動するドライブラインを分割すると、差動増幅器5の飽和を防止することができる。分割して駆動されたときの差動増幅器5の分割された出力は、図示しない後段の信号処理回路で加算されて補償される。

[0085] 図15の式31に示すノイズNoise 1、1'、2~4は無相関と仮定すると、式33及び式34に示すように、実施の形態3に係る直交符号系列による全ドライブライン駆動方式は、ノイズが1ドライブごとに駆動する方式の $(5/16)^{1/2}$ になる点で、1ドライブごとに駆動する方式よりも有利である。

[0086] (実施の形態4)

図16は、実施の形態4に係るタッチパネルシステム1Cの構成を示す模式図である。図17は、タッチパネルシステム1CのSN比を説明するための図である。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。これらの構成要素の詳細な説明は繰り返さない。

[0087] 前述した実施の形態では、アダマール行列による直交符号系列に基づいてドライブラインを駆動して静電容量値を求めていたが、アダマール行列でなくても、ドライブラインを駆動して静電容量値を求めることができる。

[0088] タッチパネルシステム1Cは、タッチパネルコントローラ3Cを有しており、タッチパネルコントローラ3Cは、飽和防止制御部8Cを有している。

飽和防止制御部 8 C は、図 2 の式 7 に示すシルベスター法によるアダマール行列の 1 行 3 列目の「1」を「0」で置き換え、且つ、1 行 4 列目の「1」を「0」で置き換えた図 1 4 の式 3 7 に示す 4 行×4 列の行列に基づいて、ドライブライン DL 1～DL 4 を駆動するように駆動部 4 を制御する。

[0089] 最初の駆動における差動増幅器 5 の従来の出力は下記の式 3 5 により表され、実施の形態 4 に係る差動増幅器 5 から出力される測定値 Y 1 は下記の式 3 6 により表される。

[0090] [数 7]

1st vector (従来)

$$\frac{(C_{41} + C_{42} + C_{43} + C_{44})V_{drive}}{C_{int}} - \frac{(C_{31} + C_{32} + C_{33} + C_{34})V_{drive}}{C_{int}} \\ = \frac{((C_{41} - C_{31}) + (C_{42} - C_{32}) + (C_{43} - C_{33}) + (C_{44} - C_{34}))V_{drive}}{C_{int}} \quad \dots (式 35)$$

1st vector

$$\frac{(C_{41} + C_{42})V_{drive}}{C_{int}} - \frac{(C_{31} + C_{32})V_{drive}}{C_{int}} = \frac{((C_{41} - C_{31}) + (C_{42} - C_{32}))V_{drive}}{C_{int}} \quad \dots (式 36)$$

[0091] 図 1 7 の式 3 7 に示される実施の形態 4 に係る測定値 Y 1、Y 2、Y 3、Y 4 に、式 3 8 に示す行列演算を実施すると、式 3 9 に示すように、容量値 C 1～C 4 を算出することができる。

[0092] 行列の 1 行目に基づいて、削減されたドライブラインにより駆動されたときの差動増幅器 5 の出力は、図示しない後段の信号処理回路による信号処理時に補償される。

[0093] 図 1 7 の式 4 0 に示すノイズ Noise 1～4 は無相関と仮定すると、式 4 2 及び式 4 3 に示すように、実施の形態 4 に係る直交符号系列による全ドライブライン駆動方式は、ノイズが 1 ドライブごとに駆動する方式の $(6/16)^{1/2}$ または $(10/16)^{1/2}$ になる点で、1 ドライブごとに駆動する方式よりも有利である。

[0094] 図 1 8 は、実施の形態 4 に係る他のタッチパネルシステム 1 D の構成を示す模式図である。図 1 9 は、タッチパネルシステム 1 D の S N 比を説明するための図である。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。これらの構成要素の詳細な説明は繰り返さない。

[0095] 「ライン依存性」は、センスラインに依存して異なる容量値となる「センスライン依存性」という傾向の他、ドライブラインに依存して異なる容量値となる傾向を示す「ドライブライン依存性」という現象がある。例えば、製造プロセスの影響により、奇数本目のドライブラインと偶数本目のドライブラインとで容量値に異なる傾向が現れる場合がある。このようなタッチパネルでは、図2の式7に示すアダマール行列の2行目の（1、−1、1、−1）により駆動したときに、差動増幅器55の出力が異常に大きくなって振り切れてしまうという問題が生じる。

[0096] この場合は、図2の式7に示すアダマール行列の2行3列目の「1」を「0」で置き換え、且つ、2行4列目の「−1」を「0」で置き換えた図19の式46に示す行列に基づいて、ドライブラインDL1〜DL4を駆動するように駆動部4を制御する飽和防止制御部8Dをタッチパネルコントローラ3Dに設ければよい。

[0097] アダマール行列の2行目の駆動による差動増幅器5の従来の出力は下記の式44により表され、図19の式46に示す4行×4列の行列に基づいて図18に示す差動増幅器5から出力される測定値Y2は下記の式45により表される。

[0098] [数8]

2nd vector (従来)

$$\frac{(C_{41}-C_{42}+C_{43}-C_{44})V_{drive}}{C_{int}} - \frac{(C_{31}-C_{32}+C_{33}-C_{34})V_{drive}}{C_{int}} \\ = \frac{((C_{41}-C_{31})-(C_{42}-C_{32}))+((C_{43}-C_{33})-(C_{44}-C_{34}))V_{drive}}{C_{int}} \quad \dots (式44)$$

2nd vector

$$\frac{(C_{41}-C_{42})V_{drive}}{C_{int}} - \frac{(C_{31}-C_{32})V_{drive}}{C_{int}} = \frac{((C_{41}-C_{31})-(C_{42}-C_{32}))V_{drive}}{C_{int}} \quad \dots (式45)$$

[0099] 図19の式46に示される実施の形態4に係る測定値Y1、Y2、Y3、Y4に、式47に示す行列演算を実施すると、式48に示すように、容量値C1〜C4を算出することができる。

[0100] 行列の2行目に基づいて、削減されたドライブラインにより駆動されたとときの差動増幅器5の出力は、図示しない後段の信号処理回路による信号処理時に補償される。

[0101] また、M本のドライブラインのうち、“1～M/2本目（左半分）まで”と“(M/2+1)本目からM本目（右半分）まで”にライン依存性があると、“1、1、1、…、1（M/2番目）、-1、-1、…、-1”という電圧を印加して駆動する場合に、信号が飽和しやすくなる。

[0102] 例えば、4本のドライブラインのうち、1本目及び2本目と、3本目及び4本目との間にライン依存性があると、“1、1、-1、-1”という電圧を印加して駆動する場合に、信号が飽和しやすくなる。

[0103] この場合は、図2の式7に示すアダマール行列の3行3列目の「-1」を「0」で置き換え、且つ、3行4列目の「-1」を「0」で置き換えた行列に基づいて、ドライブラインDL1～DL4を駆動すればよい。

[0104] （実施の形態5）

図20は、実施の形態5に係るタッチパネルシステムを駆動するための符号系列を説明するための図であり、（a）は従来の駆動方法を示し、（b）は実施の形態5に係る駆動方法を示す。

[0105] 前述した実施の形態1～4では、4行×4列のシルベスター法によるアダマール行列による駆動を例に挙げて説明したが、3行×3列の行列により駆動してもよい。しかしながら、図20（a）の式53に示す3行×3列の行列のように、センスライン依存性があり、すべての要素が「1」である行が存在すると、前述したように差動増幅器の出力が異常に大きくなって振り切れてしまうという問題が生じる。

[0106] そこで、図20（b）の式56に示す3行×3列の行列のように、すべての要素が「1」であって差動増幅器が飽和するパターンが現れない行列を採用してドライブラインを駆動する。

[0107] また、奇数本目のラインと偶数本目のラインとにドライブライン依存性があり、要素が「1、-1、1」であると、差動増幅器の出力が異常に大きく

なって振り切れてしまう場合は、要素が「1、-1、1」であって差動増幅器が飽和するパターンが現れない行列を採用してドライブレインを駆動すればよい。

[0108] さらに、ドライブレインの右半分と左半分とにドライブレイン依存性がある場合の構成を説明する。 $[x]$ を x の整数部としたときに、 M 本のドライブレインのうちの 1 本目から $[M/2]$ 本目のドライブレインと、 $[M/2] + 1$ 本目から M 本目のドライブレインとにドライブレイン依存性があり、符号系列の 1 番目から $[M/2]$ 番目の要素が「1」であり、 $[M/2] + 1$ 番目から M 番目の要素が「-1」であると、差動増幅器の出力が異常に大きくなって振り切れてしまう。この場合は、1 番目から $[M/2]$ 番目の要素が「1」であり、 $[M/2] + 1$ 番目から M 番目の要素が「-1」であって差動増幅器が飽和するパターンが現れない行列を採用してドライブレインを駆動すればよい。

[0109] (実施の形態 6)

図 21 は、実施の形態 6 に係るタッチパネルシステム 1E の構成を示す模式図である。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。これらの構成要素の詳細な説明は繰り返さない。

[0110] タッチパネルシステム 1E は、タッチパネルコントローラ 3E を有しており、タッチパネルコントローラ 3E は、センスライン SL3 に結合された静電容量 C31、C32、C33、C34 の容量値とセンスライン SL4 に結合された静電容量 C41、C42、C43、C44 の容量値との容量差を補正するために差動増幅器 5 のセンスライン SL4 側に結合された補正回路 7 を有している。

[0111] 補正回路 7 は、差動増幅器 5 のセンスライン SL4 側の入力端子に接続された補正容量 Cca1 を有している。補正容量 Cca1 の差動増幅器 5 と反対側の端子には、図示しない DA 変換器により生成された補正電圧 Vca1 が印加される。

[0112] タッチパネルコントローラ 3E は、キャリブレーション部 20 を有してい

る。キャリブレーション部 20 は、タッチパネルコントローラ 3 E のキャリブレーション時に差動増幅器 5 の出力レベルを観測し、この観測結果に基づいて、補正回路 7 を調整する。キャリブレーション部 20 は、補正電圧 V_{cal} を一定にして補正容量 C_{cal} の容量値を離散的に変化させることにより補正回路 7 を調整する。キャリブレーション部 20 は、補正容量 C_{cal} の容量値を一定にして補正電圧 V_{cal} を離散的に変化させることにより補正回路 7 を調整してもよい。キャリブレーション部 20 は、補正容量 C_{cal} の容量値と補正電圧 V_{cal} との双方を変化させて補正回路 7 を調整してもよい。

[0113] タッチパネルコントローラ 3 E は、相殺制御部 9（相殺手段、補正手段）を有している。相殺制御部 9 は、実作動時において、駆動部 4 が 4 本のドライブラインに直交符号系列に基づいて同一の電圧を印加して駆動するとき、補正回路 7 をアクティブにする。

最初の駆動における差動増幅器 5 の従来の出力は下記の式 59 により表され、実施の形態 6 に係る補正回路 7 が結合された差動増幅器 5 から出力される測定値 Y_1 は下記の式 60 により表される。

[0114] [数9]

1st vector (従来)

$$\begin{aligned} & \frac{(C_{41} + C_{42} + C_{43} + C_{44})V_{drive}}{C_{int}} - \frac{(C_{31} + C_{32} + C_{33} + C_{34})V_{drive}}{C_{int}} \\ &= \frac{((C_{41} - C_{31}) + (C_{42} - C_{32}) + (C_{43} - C_{33}) + (C_{44} - C_{34}))V_{drive}}{C_{int}} \end{aligned} \quad \dots (式59)$$

1st vector (実施の形態)

$$\begin{aligned} & \frac{(C_{41} + C_{42} + C_{43} + C_{44})V_{drive}}{C_{int}} - \frac{(C_{31} + C_{32} + C_{33} + C_{34})V_{drive}}{C_{int}} + \frac{(C_{cal})V_{cal}}{C_{int}} \\ &= \frac{((C_{41} - C_{31}) + (C_{42} - C_{32}) + (C_{43} - C_{33}) + (C_{44} - C_{34}))V_{drive} + C_{cal}V_{cal}}{C_{int}} \end{aligned} \quad \dots (式60)$$

[0115] (実施の形態 7)

図 22 は、実施の形態 7 に係るタッチパネルシステム 1 を備えた携帯電話機 10（電子機器）の構成を示すブロック図である。携帯電話機 10 は、CPU 13 と、RAM 15 と、ROM 14 と、カメラ 16 と、マイクロフォン

１７と、スピーカ１８と、操作キー１９と、表示パネル１１と、表示制御回路１２と、タッチパネルシステム１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。

[0116] CPU １３は、携帯電話機１０の動作を制御する。CPU １３は、たとえばROM １４に格納されたプログラムを実行する。操作キー１９は、携帯電話機１０のユーザによる指示の入力を受ける。RAM １５は、CPU １３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１９を介して入力されたデータを揮発的に格納する。ROM １４は、データを不揮発的に格納する。

[0117] また、ROM １４は、EPROM (Erasable Programmable Read-Only Memory) や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。なお、図１９には示していないが、携帯電話機１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。

[0118] カメラ１６は、ユーザの操作キー１９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、RAM １５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１７は、ユーザの音声の入力を受付ける。携帯電話機１０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１０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１８は、たとえば、RAM １５に記憶された音楽データなどに基づく音を出力する。

[0119] タッチパネルシステム１は、タッチパネル２とタッチパネルコントローラ３とを有している。CPU １３は、タッチパネルシステム１の動作を制御する。CPU １３は、例えばROM １４に記憶されたプログラムを実行する。RAM １５は、CPU １３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 １４は、データを不揮発的に格納する。

[0120] 表示パネル１１は、表示制御回路１２により、ROM １４、RAM １５に格納されている画像を表示する。表示パネル１１は、タッチパネル２に重ねられているか、タッチパネル２を内蔵している。

[0121] また、本発明は、以下のように記載することができる。

[0122] 本実施の形態に係るタッチパネルコントローラでは、前記ライン依存性は、センスライン依存性とドライブライン依存性とを含み、前記補正手段は、前記駆動部が前記M本のドライブラインに前記符号系列に基づいて同一の電圧を印加する電圧パターンにより駆動するときに、前記センスライン依存性を補正することが好ましい。

[0123] 第1及び第2静電容量にセンスライン依存性があると、M本のドライブラインに前記符号系列に基づいて同一の電圧を印加したときに、第1及び第2線形和出力の差分を増幅する差動増幅器の出力が著しく増大して振り切れやすいからである。例えば、シルベスター法によるアダマール行列では、1回目からN回目の駆動のうちの最初の駆動において同一の電圧が印加され、出力が著しく増大して振り切れやすくなる。

[0124] 本実施の形態に係るタッチパネルコントローラでは、前記ライン依存性は、センスライン依存性とドライブライン依存性とを含み、前記補正手段は、前記ドライブライン依存性に対応する電圧パターンを前記ドライブラインに印加して駆動したときに、前記ドライブライン依存性を補正することが好ましい。

[0125] 第1及び第2静電容量にドライブライン依存性があると、M本のドライブラインにドライブライン依存性に対応する電圧を印加したときに、第1及び第2線形和出力の差分を増幅する差動増幅器の出力が著しく増大して振り切れやすいからである。

[0126] 本実施の形態に係るタッチパネルコントローラでは、前記補正手段は、前記駆動部が前記符号系列に基づいて前記M本のドライブラインのうちの奇数本目のドライブラインに第1電圧を印加し、偶数本目のドライブラインに前記第1電圧と絶対値が等しく符号が異なる第2電圧を印加する電圧パターンにより駆動したときに、前記ライン依存性を補正することが好ましい。

[0127] 第1及び第2静電容量にドライブラインの奇数本目と偶数本目とに依存する容量依存性があると、符号系列に基づいて前記M本のドライブラインのう

ちの奇数本目のドライブラインに第1電圧を印加し、偶数本目のドライブラインに前記第1電圧と絶対値が等しく符号が異なる第2電圧を印加して駆動したときに、差動増幅器の出力が著しく増大して振り切れやすくなるからである。例えば、シルベスター法によるアダマール行列では、1回目からN回目の駆動のうちの2回目の駆動において、奇数本目のドライブラインに第1電圧が印加され、偶数本目のドライブラインに第1電圧と絶対値が等しく符号が異なる第2電圧が印加され、出力が著しく増大して振り切れやすくなる。

- [0128] 本実施の形態に係るタッチパネルコントローラでは、前記補正手段は、 $[x]$ を x の整数部としたときに、前記駆動部が前記符号系列に基づいて前記 M 本のドライブラインのうちの1本目から $[M/2]$ 本目のドライブラインに第1電圧を印加し、 $[M/2] + 1$ 本目から M 本目のドライブラインに前記第1電圧と絶対値が等しく符号が異なる第2電圧を印加する電圧パターンにより駆動したときに、前記ドライブライン依存性を補正することが好ましい。
- [0129] 上記構成によれば、右(または下)半分、左(または上)半分にドライブライン依存性がある場合のドライブライン依存性を補正することができる。
- [0130] 本実施の形態に係るタッチパネルコントローラでは、前記補正手段は、前記ライン依存性を相殺する相殺手段を含むことが好ましい。
- [0131] 上記構成によれば、ライン依存性による容量差を相殺するので、第1静電容量及び第2静電容量が、製造プロセスの影響により、ラインに依存して異なる容量値に製造されていても、タッチされた第1静電容量及び第2静電容量の容量変化を正しく検出することができる。
- [0132] 本実施の形態に係るタッチパネルコントローラでは、前記相殺手段は、前記第1静電容量の容量値と前記第2静電容量の容量値との容量差を補正するために前記差動増幅器に結合された補正回路を含むことが好ましい。
- [0133] 上記構成によれば、補正回路により、前記第1静電容量の容量値と前記第2静電容量の容量値との容量差が補正され、差動増幅器に入力されないの

、ラインに依存して異なる容量値に製造されていても、タッチされた第1静電容量及び第2静電容量の容量変化を正しく検出することができる。

[0134] 本実施の形態に係るタッチパネルコントローラでは、前記補正回路は、補正電圧が印加される積分容量を含み、前記相殺手段は、前記積分容量の容量値を離散的に変化させることが好ましい。

[0135] 上記構成により、積分容量の容量値を離散的に変化させることにより、第1静電容量の容量値と第2静電容量の容量値との容量差が補正され、差動増幅器に入力されないので、タッチされた第1静電容量及び第2静電容量の容量変化を正しく検出することができる。

[0136] 本実施の形態に係るタッチパネルコントローラでは、前記補正回路は、補正電圧が印加される積分容量を含み、前記相殺手段は、前記補正電圧を離散的に変化させることが好ましい。

[0137] 上記構成により、補正電圧が離散的に変化し、第1静電容量の容量値と第2静電容量の容量値との容量差が補正され、差動増幅器に入力されないので、タッチされた第1静電容量及び第2静電容量の容量変化を正しく検出することができる。

[0138] 本実施の形態に係るタッチパネルコントローラでは、前記補正手段は、前記第1線形和出力と前記第2線形和出力とによる前記差動増幅器の飽和を防止する飽和防止手段を含むことが好ましい。

[0139] 上記構成により、第1及び第2線形和出力の差分を増幅する差動増幅器の飽和が防止されるので、タッチされた第1静電容量及び第2静電容量の容量変化を正しく検出することができる。

[0140] 本実施の形態に係るタッチパネルコントローラでは、前記差動増幅器は、前記差分を増幅するための第1の利得と、前記第1の利得よりも小さい第2の利得とを有しており、前記飽和防止手段は、前記ライン依存性を補正するために、前記第2の利得に切替えることが好ましい。

[0141] 上記構成により、差動増幅器の利得が減少するので、差動増幅器の飽和を防止することができ、タッチされた第1静電容量及び第2静電容量の容量変

化を正しく検出することができる。

[0142] 本実施の形態に係るタッチパネルコントローラでは、前記飽和防止手段は、前記ライン依存性を補正するために、当該ドライブレインに印加する電圧を下げるのが好ましい。

[0143] 上記構成により、ドライブ電圧が減少するので、差動増幅器の飽和を防止することができ、タッチされた第1静電容量及び第2静電容量の容量変化を正しく検出することができる。

[0144] 本実施の形態に係るタッチパネルコントローラでは、前記飽和防止手段は、前記ライン依存性を補正するために、前記M本のドライブレインを分割して駆動するのが好ましい。

[0145] 上記構成により、M本のドライブレインを分割して駆動するので、差動増幅器の飽和を防止することができ、タッチされた第1静電容量及び第2静電容量の容量変化を正しく検出することができる。

[0146] 本実施の形態に係るタッチパネルコントローラでは、前記飽和防止手段は、前記ライン依存性を補正するために、前記M本のドライブレインのうちの一部を駆動するのが好ましい。

[0147] 上記構成により、ドライブレインのうちの一部を駆動するので、駆動するドライブレイン数が削減され、差動増幅器の飽和を防止することができる。

[0148] 本実施の形態に係るタッチパネルコントローラでは、前記ライン依存性は、センスライン依存性とドライブレイン依存性とを含み、前記飽和防止手段は、前記センスライン依存性を補正するために、前記センスライン依存性に対応する電圧パターンを排除した電圧パターンにより前記M本のドライブレインを駆動し、前記飽和防止手段は、前記ドライブレイン依存性を補正するために、前記ドライブレイン依存性に対応する電圧パターンを排除した電圧パターンにより前記M本のドライブレインを駆動し、前記センスライン依存性に対応する電圧パターンは、前記M本のドライブレインに同一の電圧を印加する電圧パターンであり、前記符号系列の要素は、+1と-1とのいずれかであり、前記符号系列の要素が+1の場合は+Vボルトを前記ドライブレ

インに印加し、 -1 の場合は $-V$ ボルトを前記ドライブラインに印加し、前記ドライブライン依存性に対応する電圧パターンは、前記M本のドライブラインのうちの奇数本目のドライブラインに第1電圧を印加し、偶数本目のドライブラインに前記第1電圧と絶対値が等しく符号が異なる第2電圧を印加する電圧パターンと、 $[x]$ を x の整数部としたときに、前記駆動部が前記M本のドライブラインのうちの1本目から $[M/2]$ 本目のドライブラインに前記第1電圧を印加し、 $[M/2] + 1$ 本目からM本目のドライブラインに前記第2電圧を印加する電圧パターンとを含むことが好ましい。

[0149] 上記構成により、前記ライン依存性に対応する電圧パターンを排除した電圧パターンにより前記M本のドライブラインを駆動するので、差動増幅器が飽和する電圧印加パターンを使用せずに駆動することができ、差動増幅器の飽和を防止することができる。

[0150] 本実施の形態に係るタッチパネルコントローラでは、前記補正手段は、前記タッチパネルコントローラのキャリブレーション時に前記差動増幅器の出力レベルを観測した観測結果に基づいて実動作時に前記ライン依存性を補正することが好ましい。

[0151] 上記構成により、タッチパネルコントローラのキャリブレーション時に差動増幅器の出力レベルを観測し、観測結果に基づいて実動作時に前記ライン依存性を補正するので、1台1台のタッチパネルコントローラの第1静電容量の容量値と第2静電容量の容量値とのライン依存性の態様に応じて補正することができる。

[0152] 本実施の形態に係るタッチパネルコントローラでは、前記符号系列は、直交符号系列であることが好ましい。

[0153] 上記構成により、M系列に基づく符号系列によって駆動するよりもS/N比が大きくなる利点を得られる。

[0154] 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。

[0155] 発明の詳細な説明の項においてなされた具体的な実施形態または実施例は、あくまでも、本発明の技術内容を明らかにするものであって、そのような具体例にのみ限定して狭義に解釈されるべきものではなく、本発明の精神と次に記載する特許請求事項の範囲内で、いろいろと変更して実施することができるものである。

産業上の利用可能性

[0156] 本発明は、複数のドライバラインを並列駆動して、マトリックス状に構成された静電容量を推定または検出するタッチパネルコントローラ、及びこれを用いた電子機器に利用することができる。また本発明は、指紋検出システムに適用することもできる。

符号の説明

- [0157]
- 1 タッチパネルシステム
 - 2 タッチパネル
 - 3 タッチパネルコントローラ
 - 4 駆動部
 - 5 差動増幅器
 - 7 補正回路
 - 8 飽和防止制御部（飽和防止手段、補正手段）
 - 9 相殺制御部（相殺手段、補正手段）
 - 10 携帯電話機（電子機器）
 - 11 表示パネル
 - 20 キャリブレーション部（補正手段）

請求の範囲

- [請求項1] M本のドライブラインと1本のセンスラインとの間にそれぞれ形成される複数の第1静電容量及び、前記M本のドライブラインと前記1本のセンスラインに隣接する他の1本のセンスラインとの間にそれぞれ形成される複数の第2静電容量に対して、長さN ($N \geq M$) の符号系列に基づいて、前記M本のドライブラインを駆動して、前記複数の第1静電容量からの第1線形和出力を前記1本のセンスラインから出力させ、及び、前記複数の第2静電容量からの第2線形和出力を前記他の1本のセンスラインから出力させる駆動部と、
- 前記第1線形和出力と前記第2線形和出力との差分を増幅する差動増幅器と、
- 前記第1静電容量の容量値と前記第2静電容量の容量値とのライン依存性を補正する補正手段とを備えたことを特徴とするタッチパネルコントローラ。
- [請求項2] 前記ライン依存性は、センスライン依存性とドライブライン依存性を含み、
- 前記補正手段は、前記駆動部が前記M本のドライブラインに前記符号系列に基づいて同一の電圧を印加する電圧パターンにより駆動するときに、前記センスライン依存性を補正する請求項1記載のタッチパネルコントローラ。
- [請求項3] 前記ライン依存性は、センスライン依存性とドライブライン依存性を含み、
- 前記補正手段は、前記ドライブライン依存性に対応する電圧パターンを前記ドライブラインに印加して駆動したときに、前記ドライブライン依存性を補正する請求項1記載のタッチパネルコントローラ。
- [請求項4] 前記補正手段は、前記駆動部が前記符号系列に基づいて前記M本のドライブラインのうちの奇数本目のドライブラインに第1電圧を印加し、偶数本目のドライブラインに前記第1電圧と絶対値が等しく符号

が異なる第2電圧を印加する電圧パターンにより駆動したときに、前記ドライブライン依存性を補正する請求項3記載のタッチパネルコントローラ。

[請求項5] 前記補正手段は、 $[x]$ を x の整数部としたときに、前記駆動部が前記符号系列に基づいて前記 M 本のドライブラインのうちの1本目から $[M/2]$ 本目のドライブラインに第1電圧を印加し、 $[M/2] + 1$ 本目から M 本目のドライブラインに前記第1電圧と絶対値が等しく符号が異なる第2電圧を印加する電圧パターンにより駆動したときに、前記ドライブライン依存性を補正する請求項3記載のタッチパネルコントローラ。

[請求項6] 前記補正手段は、前記ライン依存性を相殺する相殺手段を含む請求項1記載のタッチパネルコントローラ。

[請求項7] 前記相殺手段は、前記第1静電容量の容量値と前記第2静電容量の容量値との容量差を補正するために前記差動増幅器に結合された補正回路を含む請求項6記載のタッチパネルコントローラ。

[請求項8] 前記補正回路は、補正電圧が印加される積分容量を含み、
前記相殺手段は、前記積分容量の容量値を離散的に変化させる請求項7記載のタッチパネルコントローラ。

[請求項9] 前記補正回路は、補正電圧が印加される積分容量を含み、
前記相殺手段は、前記補正電圧を離散的に変化させる請求項7記載のタッチパネルコントローラ。

[請求項10] 前記補正手段は、前記第1線形和出力と前記第2線形和出力とによる前記差動増幅器の飽和を防止する飽和防止手段を含む請求項1記載のタッチパネルコントローラ。

[請求項11] 前記差動増幅器は、前記差分を増幅するための第1の利得と、前記第1の利得よりも小さい第2の利得とを有しており、
前記飽和防止手段は、前記ライン依存性を補正するために、前記第2の利得に切替える請求項10記載のタッチパネルコントローラ。

[請求項12] 前記飽和防止手段は、前記ライン依存性を補正するために、当該ドライブラインに印加する電圧を下げる請求項10記載のタッチパネルコントローラ。

[請求項13] 前記飽和防止手段は、前記ライン依存性を補正するために、前記M本のドライブラインを分割して駆動する請求項10記載のタッチパネルコントローラ。

[請求項14] 前記飽和防止手段は、前記ライン依存性を補正するために、前記M本のドライブラインのうちの一部を駆動する請求項10記載のタッチパネルコントローラ。

[請求項15] 前記ライン依存性は、センスライン依存性とドライブライン依存性を含み、

前記飽和防止手段は、前記センスライン依存性を補正するために、前記センスライン依存性に対応する電圧パターンを排除した電圧パターンにより前記M本のドライブラインを駆動し、

前記飽和防止手段は、前記ドライブライン依存性を補正するために、前記ドライブライン依存性に対応する電圧パターンを排除した電圧パターンにより前記M本のドライブラインを駆動し、

前記センスライン依存性に対応する電圧パターンは、前記M本のドライブラインに同一の電圧を印加する電圧パターンであり、

前記符号系列の要素は、+1と-1とのいずれかであり、

前記符号系列の要素が+1の場合は+Vボルトを前記ドライブラインに印加し、-1の場合は-Vボルトを前記ドライブラインに印加し、

前記ドライブライン依存性に対応する電圧パターンは、前記M本のドライブラインのうち奇数本目のドライブラインに第1電圧を印加し、偶数本目のドライブラインに前記第1電圧と絶対値が等しく符号が異なる第2電圧を印加する電圧パターンと、

[x] をxの整数部としたときに、前記駆動部が前記M本のドライ

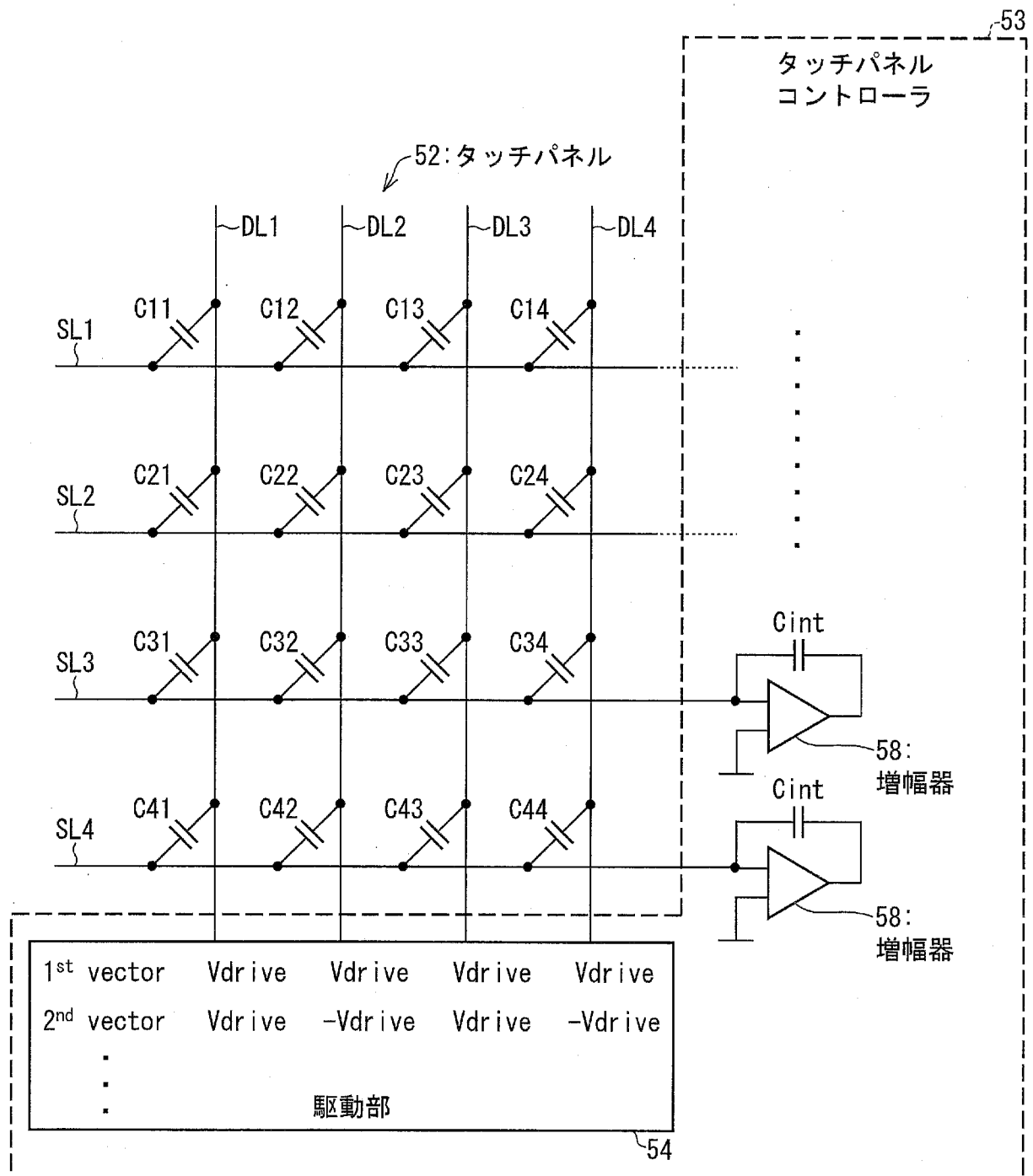
ブラインのうちの1本目から $[M/2]$ 本目のドライブラインに前記第1電圧を印加し、 $[M/2] + 1$ 本目からM本目のドライブラインに前記第2電圧を印加する電圧パターンとを含む請求項10記載のタッチパネルコントローラ。

[請求項16] 前記補正手段は、前記タッチパネルコントローラのキャリブレーション時に前記差動増幅器の出力レベルを観測した観測結果に基づいて実動作時に前記ライン依存性を補正する請求項1記載のタッチパネルコントローラ。

[請求項17] 前記符号系列は、直交符号系列である請求項1記載のタッチパネルコントローラ。

[請求項18] 請求項1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、
前記タッチパネルに重ねられているか、前記タッチパネルを内蔵した表示パネルとを備えたことを特徴とする電子機器。

51: タッチパネルシステム



[図2]

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

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

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

[図3]

(a)

直交符号系列による全ドライブ駆動

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



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

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

(b)

1ドライブラインごとに駆動

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C1 \\ C2 \\ C3 \\ C4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Y1 \\ Y2 \\ Y3 \\ Y4 \end{pmatrix} \quad \dots (式10)$$

$$\begin{pmatrix} C1 \\ C2 \\ C3 \\ C4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Y1 \\ Y2 \\ Y3 \\ Y4 \end{pmatrix} \quad \dots (式11)$$

[図4]

C1=2.0pF, C2=1.9pF, C3=2.2pF, C4=2.1pFの場合、

1ドライバライン毎にVdrive[V]駆動する時

$$\left. \begin{array}{l} Y1=-2.0p/Cint*Vdrive \\ Y2=-1.9p/Cint*Vdrive \\ Y3=-2.2p/Cint*Vdrive \\ Y4=-2.1p/Cint*Vdrive \end{array} \right\} \dots (式12)$$

直交符号系列にて、全ドライバラインを駆動する時

$$\left. \begin{array}{l} Y1=-8.2p/Cint*Vdrive \\ Y2=-0.2p/Cint*Vdrive \\ Y3=+0.4p/Cint*Vdrive \\ Y4=-0.0p/Cint*Vdrive \end{array} \right\} \dots (式13)$$

[図5]

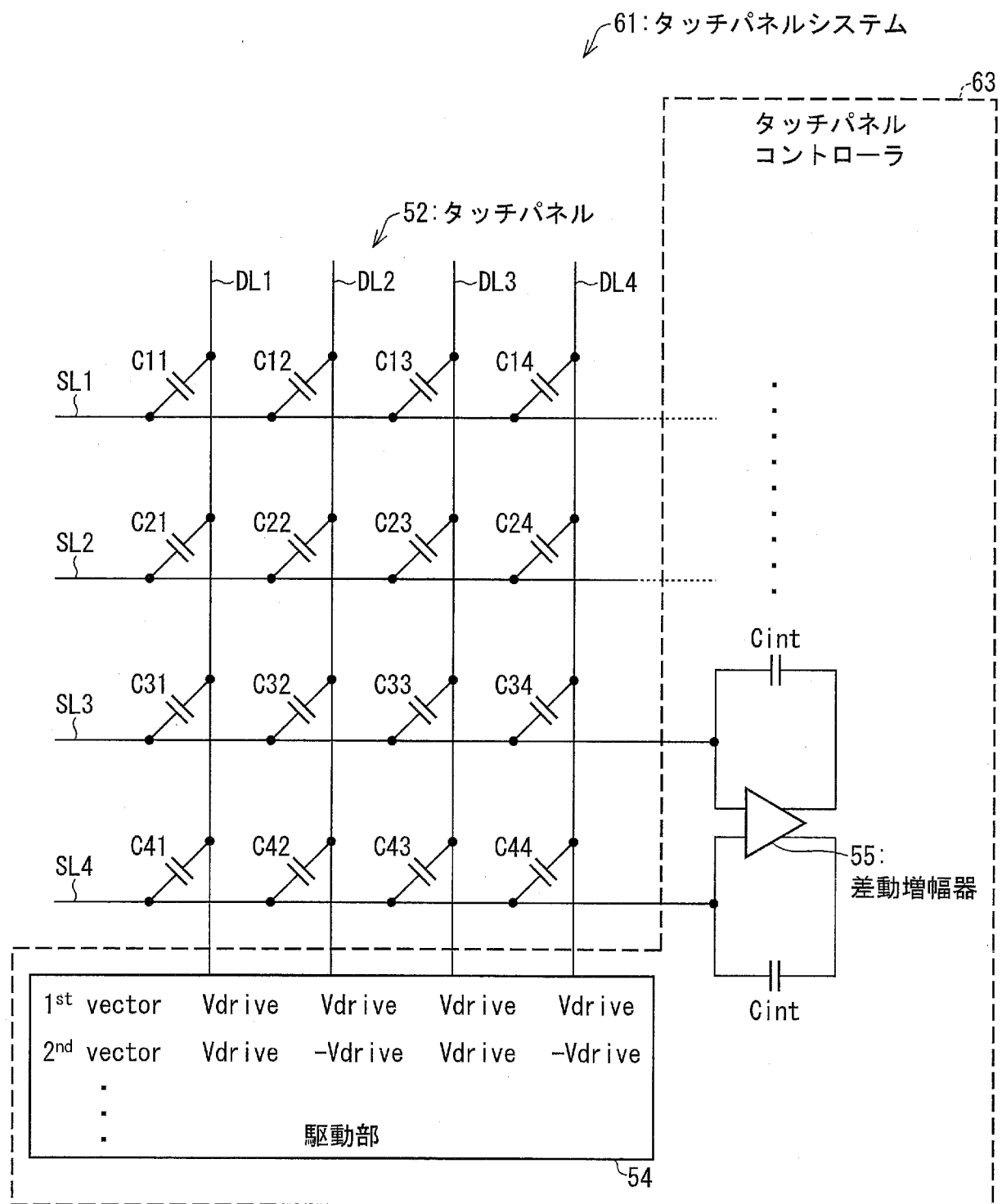
$$\left. \begin{array}{l} Y1=C1sig+C2sig+C3sig+C4sig+Noise1 \\ Y2=C1sig-C2sig+C3sig-C4sig+Noise2 \\ Y3=C1sig+C2sig-C3sig-C4sig+Noise3 \\ Y4=C1sig-C2sig-C3sig+C4sig+Noise4 \end{array} \right\} \dots (式14)$$

$$\left. \begin{array}{l} Y1+Y2+Y3+Y4=4*C1sig+2*Noise \\ Y1-Y2+Y3-Y4=4*C2sig+2*Noise \\ Y1+Y2-Y3-Y4=4*C3sig+2*Noise \\ Y1-Y2-Y3+Y4=4*C4sig+2*Noise \end{array} \right\} \dots (式15)$$

$$\left. \begin{array}{l} C1=C1sig+Noise/2 \\ C2=C2sig+Noise/2 \\ C3=C3sig+Noise/2 \\ C4=C4sig+Noise/2 \end{array} \right\} \dots (式16)$$

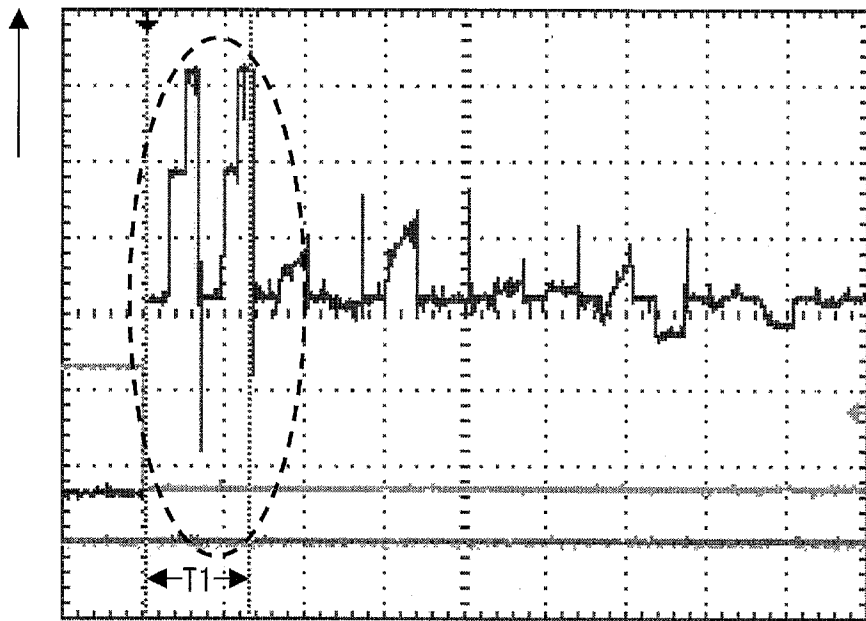
$$\left. \begin{array}{l} C1=C1sig+Noise \\ C2=C2sig+Noise \\ C3=C3sig+Noise \\ C4=C4sig+Noise \end{array} \right\} \dots (式17)$$

[図6]



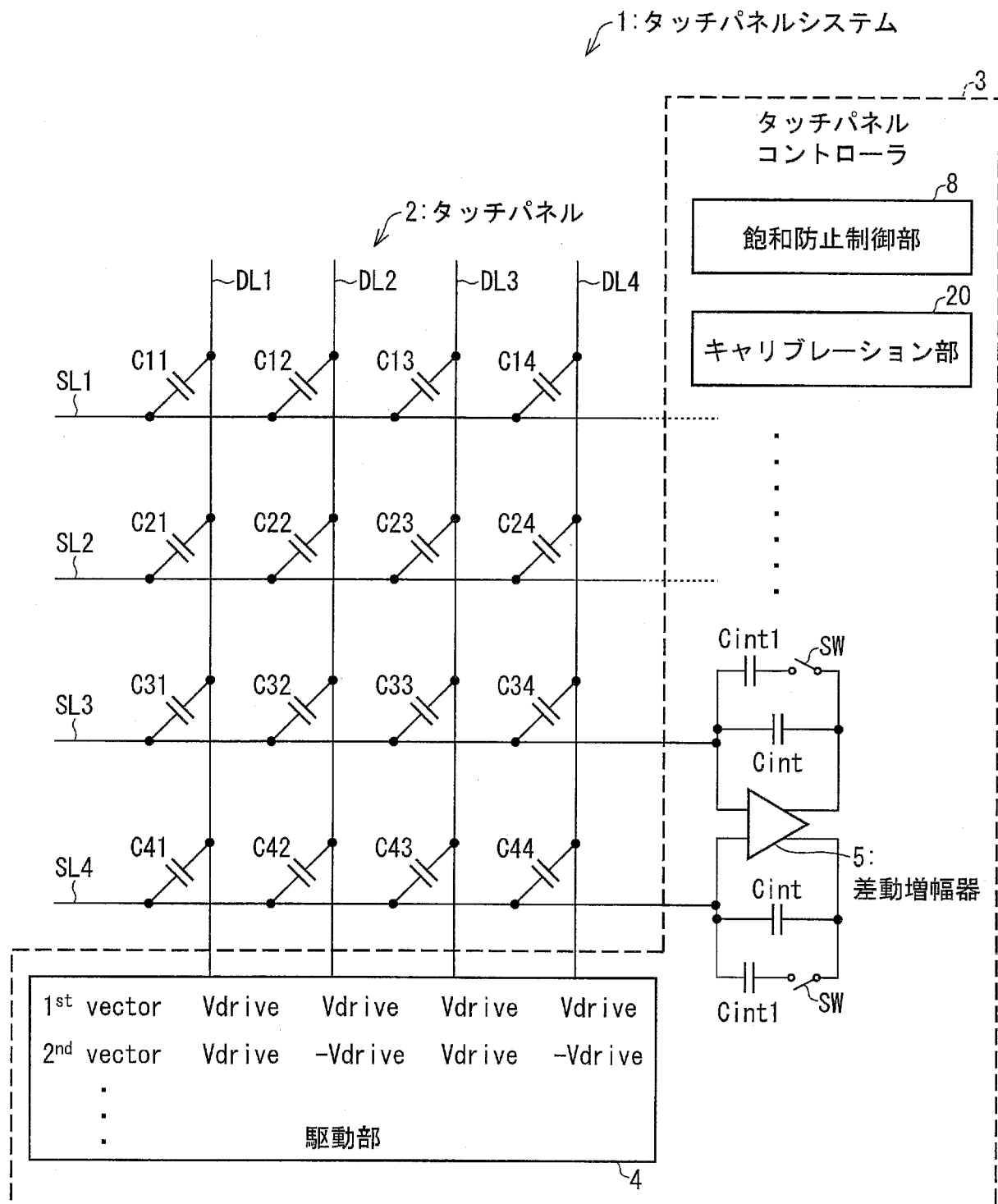
[図7]

差動増幅器
出力



時間

[図8]



[図9]

$$\left. \begin{aligned} Y1 &= C1sig/2 + C2sig/2 + C3sig/2 + C4sig/2 + Noise1 \\ Y2 &= C1sig - C2sig + C3sig - C4sig + Noise2 \\ Y3 &= C1sig + C2sig - C3sig - C4sig + Noise3 \\ Y4 &= C1sig - C2sig - C3sig + C4sig + Noise4 \end{aligned} \right\} \dots (式22)$$

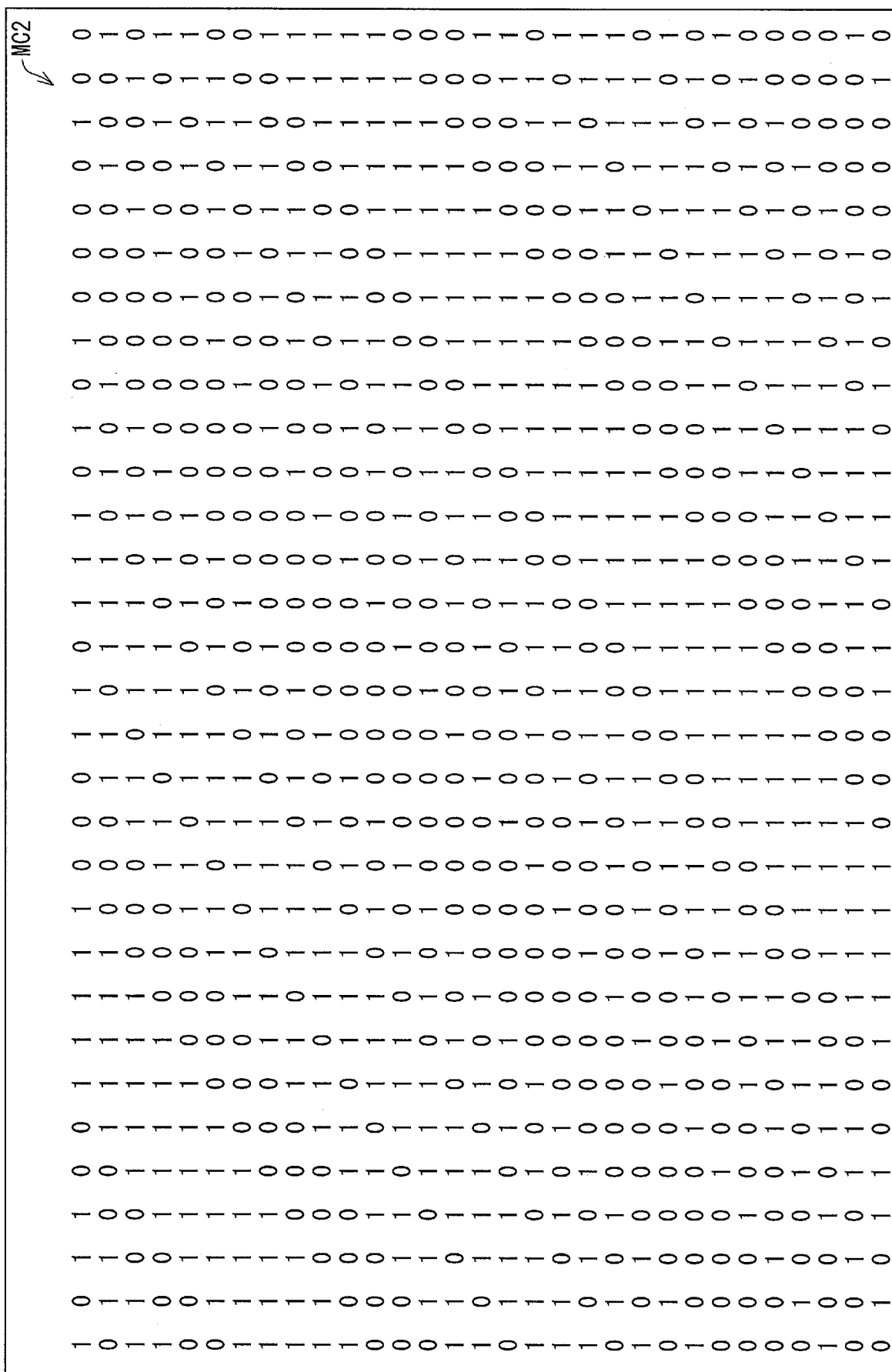
$$\left. \begin{aligned} 2Y1 + Y2 + Y3 + Y4 &= 4 * C1sig + \sqrt{7} * Noise \\ 2Y1 - Y2 + Y3 - Y4 &= 4 * C2sig + \sqrt{7} * Noise \\ 2Y1 + Y2 - Y3 - Y4 &= 4 * C3sig + \sqrt{7} * Noise \\ 2Y1 - Y2 - Y3 + Y4 &= 4 * C4sig + \sqrt{7} * Noise \end{aligned} \right\} \dots (式23)$$

$$\left. \begin{aligned} C1 &= C1sig + \sqrt{7/16} * Noise \\ C2 &= C2sig + \sqrt{7/16} * Noise \\ C3 &= C3sig + \sqrt{7/16} * Noise \\ C4 &= C4sig + \sqrt{7/16} * Noise \end{aligned} \right\} \dots (式24)$$

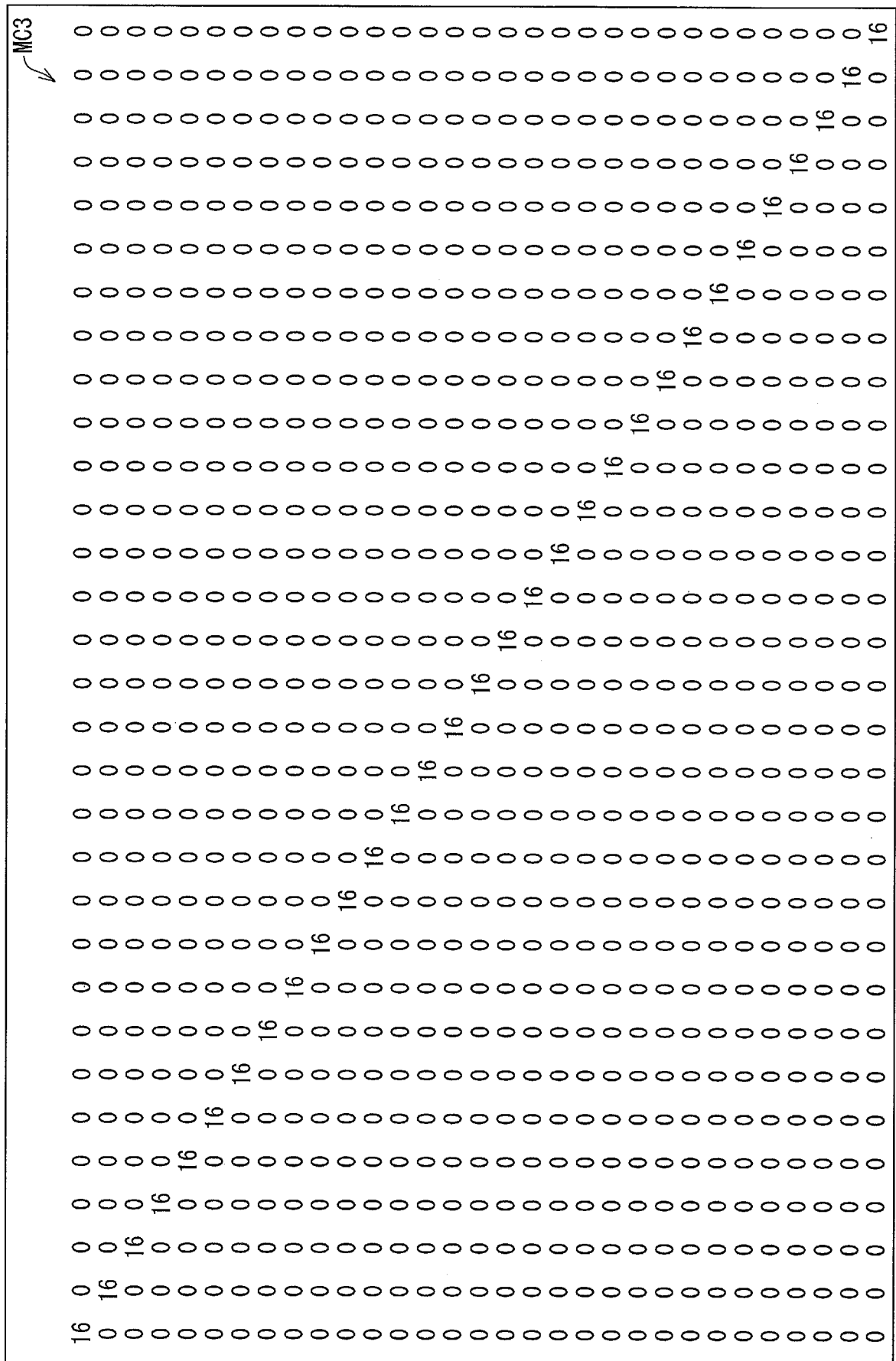
$$\left. \begin{aligned} C1 &= C1sig + Noise \\ C2 &= C2sig + Noise \\ C3 &= C3sig + Noise \\ C4 &= C4sig + Noise \end{aligned} \right\} \dots (式25)$$

	Drive 1	Drive 2	Drive 3	Drive 4	Drive 5	Drive 6	Drive 7	Drive 8	Drive 9	Drive 10	Drive 11	Drive 12	Drive 13	Drive 14	Drive 15	Drive 16	Drive 17	Drive 18	Drive 19	Drive 20	Drive 21	Drive 22	Drive 23	Drive 24	Drive 25	Drive 26	Drive 27	Drive 28	Drive 29	Drive 30	Drive 31	測定値
1st vector	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y1
2nd vector	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y2
3rd vector	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y3
4th vector	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y4
5th vector	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y5
6th vector	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y6
7th vector	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y7
8th vector	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y8
9th vector	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y9
10th vector	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y10
11th vector	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y11
12th vector	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y12
13th vector	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y13
14th vector	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y14
15th vector	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y15
16th vector	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y16
17th vector	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y17
18th vector	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y18
19th vector	1	1	1	-1</																												

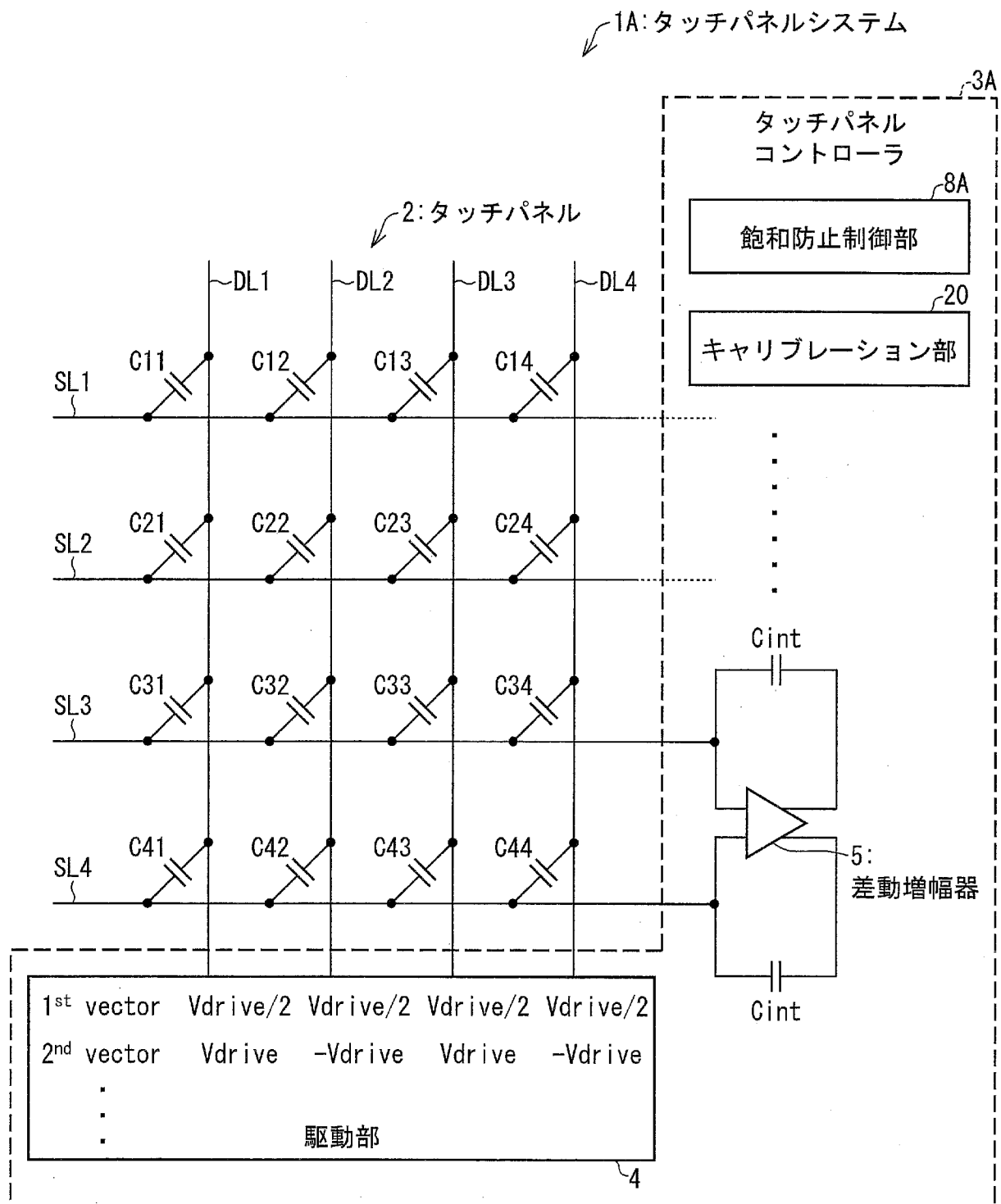
[図11]



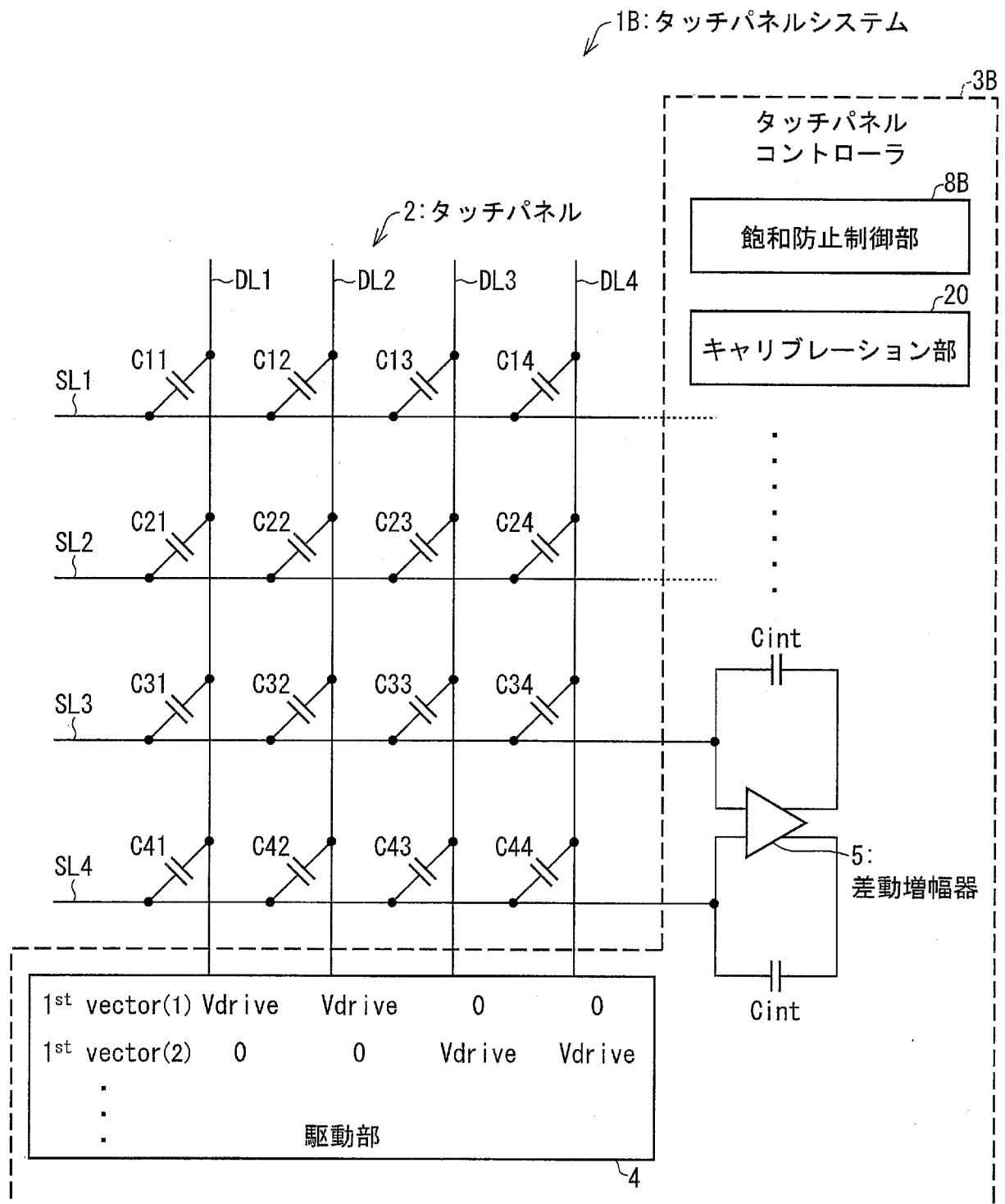
[図12]



[図13]



[図14]



[図15]

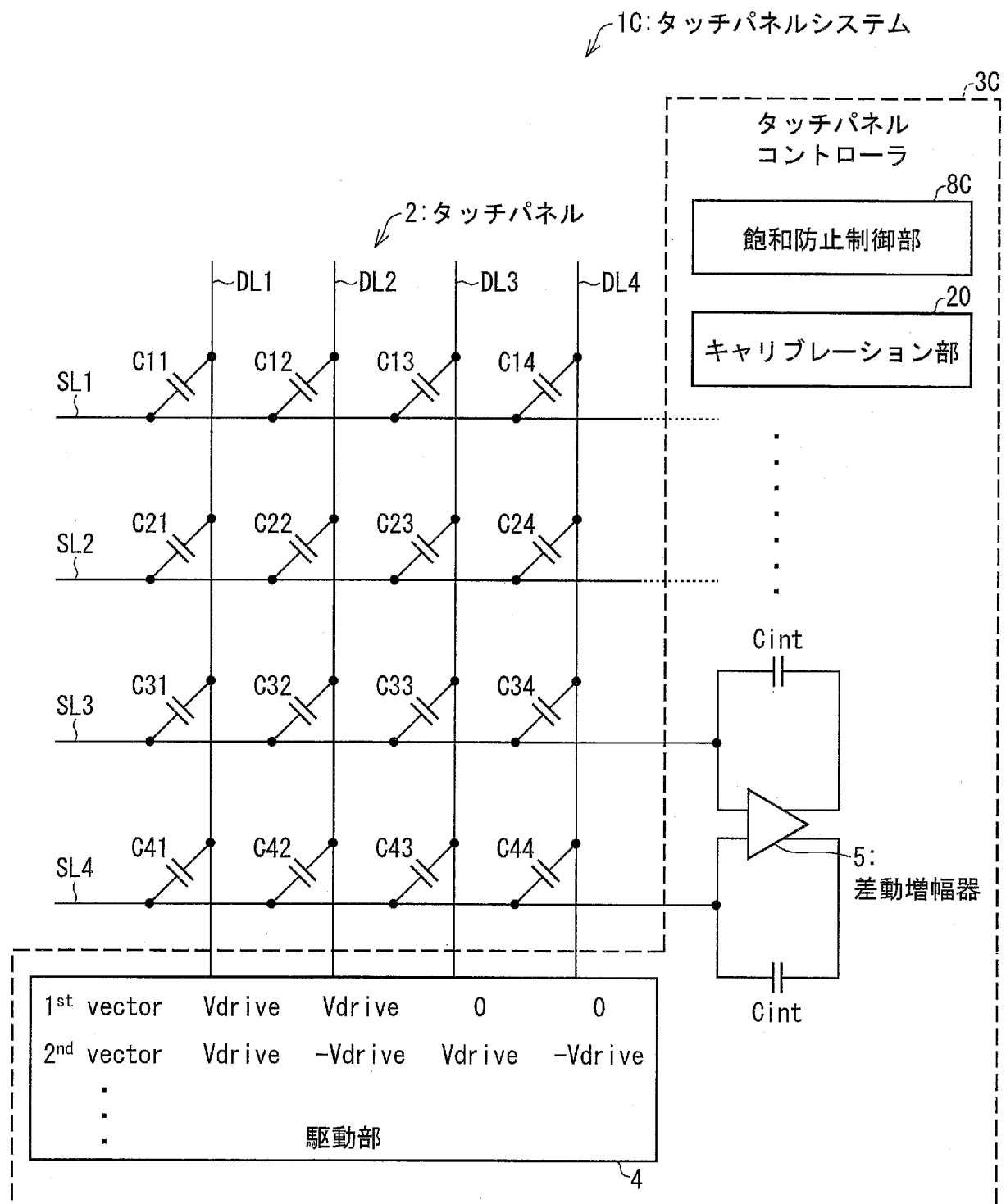
$$\left. \begin{aligned} Y1 &= C1sig + C2sig + Noise1 \\ Y1' &= +C3sig + C4sig + Noise1' \\ Y2 &= C1sig - C2sig + C3sig - C4sig + Noise2 \\ Y3 &= C1sig + C2sig - C3sig - C4sig + Noise3 \\ Y4 &= C1sig - C2sig - C3sig + C4sig + Noise4 \end{aligned} \right\} \dots (式31)$$

$$\left. \begin{aligned} (Y1+Y1') + Y2 + Y3 + Y4 &= 4 * C1sig + \sqrt{5} * Noise \\ (Y1+Y1') - Y2 + Y3 - Y4 &= 4 * C2sig + \sqrt{5} * Noise \\ (Y1+Y1') + Y2 - Y3 - Y4 &= 4 * C3sig + \sqrt{5} * Noise \\ (Y1+Y1') - Y2 - Y3 + Y4 &= 4 * C4sig + \sqrt{5} * Noise \end{aligned} \right\} \dots (式32)$$

$$\left. \begin{aligned} C1 &= C1sig + \sqrt{5/16} * Noise \\ C2 &= C2sig + \sqrt{5/16} * Noise \\ C3 &= C3sig + \sqrt{5/16} * Noise \\ C4 &= C4sig + \sqrt{5/16} * Noise \end{aligned} \right\} \dots (式33)$$

$$\left. \begin{aligned} C1 &= C1sig + Noise \\ C2 &= C2sig + Noise \\ C3 &= C3sig + Noise \\ C4 &= C4sig + Noise \end{aligned} \right\} \dots (式34)$$

[図16]



[図17]

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C1 \\ C2 \\ C3 \\ C4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Y1 \\ Y2 \\ Y3 \\ Y4 \end{pmatrix} \quad \dots (式37)$$

$$\begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 & 1 \\ 2 & -1 & 0 & -1 \\ 2 & 1 & -2 & -1 \\ 2 & -1 & -2 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C1 \\ C2 \\ C3 \\ C4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 & 1 \\ 2 & -1 & 0 & -1 \\ 2 & 1 & -2 & -1 \\ 2 & -1 & -2 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y1 \\ Y2 \\ Y3 \\ Y4 \end{pmatrix} \quad \dots (式38)$$

$$\begin{pmatrix} 4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C1 \\ C2 \\ C3 \\ C4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 & 1 \\ 2 & -1 & 0 & -1 \\ 2 & 1 & -2 & -1 \\ 2 & -1 & -2 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y1 \\ Y2 \\ Y3 \\ Y4 \end{pmatrix} \quad \dots (式39)$$

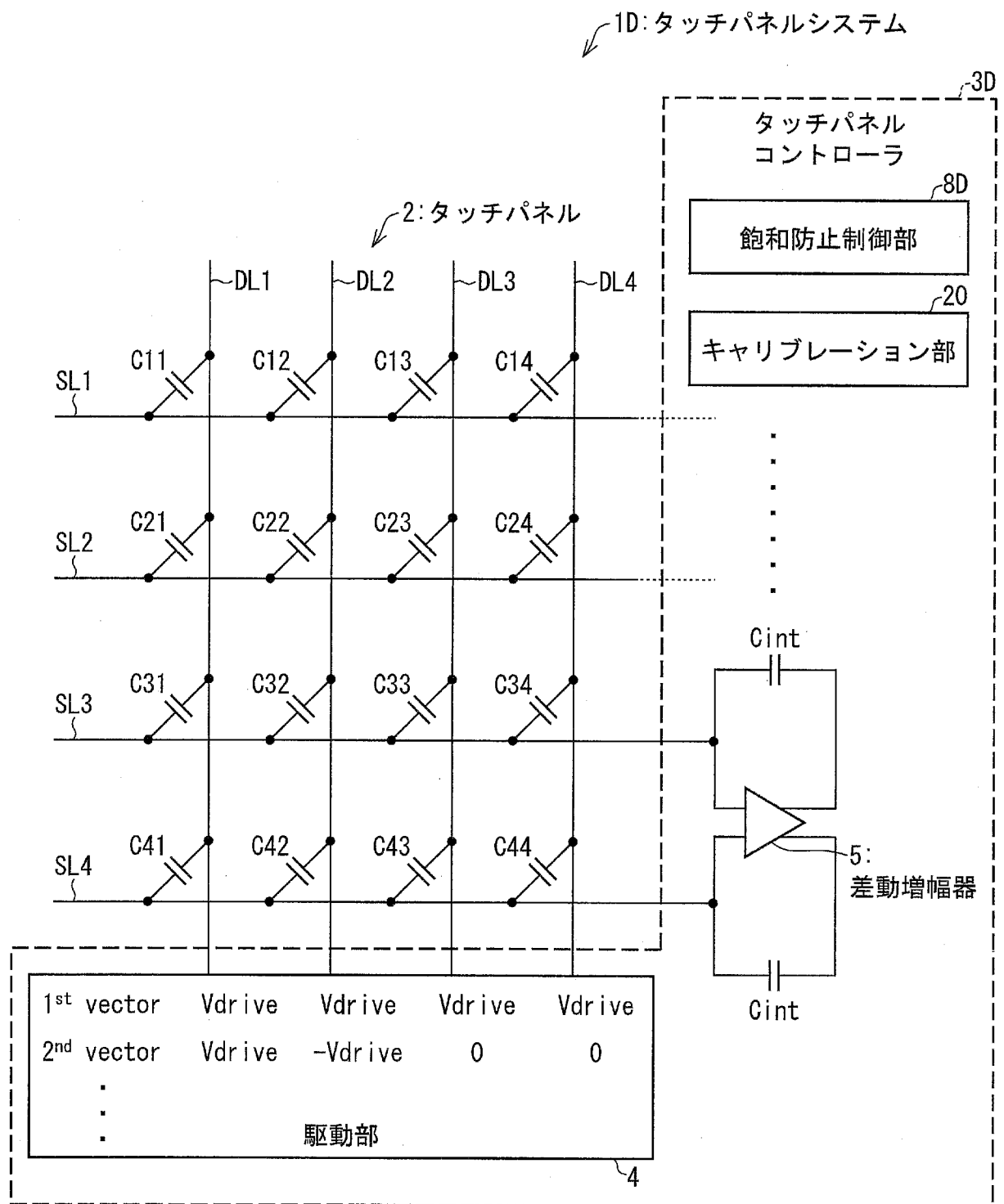
$$\left. \begin{aligned} Y1 &= C1sig + C2sig + Noise1 \\ Y2 &= C1sig - C2sig + C3sig - C4sig + Noise2 \\ Y3 &= C1sig + C2sig - C3sig - C4sig + Noise3 \\ Y4 &= C1sig - C2sig - C3sig + C4sig + Noise4 \end{aligned} \right\} \quad \dots (式40)$$

$$\left. \begin{aligned} 2Y1 + Y2 + Y4 &= 4 * C1sig + \sqrt{6} * Noise \\ 2Y1 - Y2 - Y4 &= 4 * C2sig + \sqrt{6} * Noise \\ 2Y1 + Y2 - 2Y3 - Y4 &= 4 * C3sig + \sqrt{10} * Noise \\ 2Y1 - Y2 - 2Y3 + Y4 &= 4 * C4sig + \sqrt{10} * Noise \end{aligned} \right\} \quad \dots (式41)$$

$$\left. \begin{aligned} C1 &= C1sig + \sqrt{6/16} * Noise \\ C2 &= C2sig + \sqrt{6/16} * Noise \\ C3 &= C3sig + \sqrt{10/16} * Noise \\ C4 &= C4sig + \sqrt{10/16} * Noise \end{aligned} \right\} \quad \dots (式42)$$

$$\left. \begin{aligned} C1 &= C1sig + Noise \\ C2 &= C2sig + Noise \\ C3 &= C3sig + Noise \\ C4 &= C4sig + Noise \end{aligned} \right\} \quad \dots (式43)$$

[図18]



[図19]

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C1 \\ C2 \\ C3 \\ C4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Y1 \\ Y2 \\ Y3 \\ Y4 \end{pmatrix} \quad \dots (式46)$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 & 0 \\ 1 & -2 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & -1 & -2 \\ 1 & -2 & -1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C1 \\ C2 \\ C3 \\ C4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 & 0 \\ 1 & -2 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & -1 & -2 \\ 1 & -2 & -1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y1 \\ Y2 \\ Y3 \\ Y4 \end{pmatrix} \quad \dots (式47)$$

$$\begin{pmatrix} 4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C1 \\ C2 \\ C3 \\ C4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 & 0 \\ 1 & -2 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & -1 & -2 \\ 1 & -2 & -1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y1 \\ Y2 \\ Y3 \\ Y4 \end{pmatrix} \quad \dots (式48)$$

$$\left. \begin{aligned} Y1 &= C1sig + C2sig + C3sig + C4sig + Noise1 \\ Y2 &= C1sig - C2sig + Noise2 \\ Y3 &= C1sig + C2sig - C3sig - C4sig + Noise3 \\ Y4 &= C1sig - C2sig - C3sig + C4sig + Noise4 \end{aligned} \right\} \quad \dots (式49)$$

$$\left. \begin{aligned} Y1 + 2Y2 + Y3 &= 4 * C1sig + \sqrt{6} * Noise \\ Y1 - 2Y2 + Y3 &= 4 * C2sig + \sqrt{6} * Noise \\ Y1 + 2Y2 - Y3 - 2Y4 &= 4 * C3sig + \sqrt{10} * Noise \\ Y1 - 2Y2 - Y3 + 2Y4 &= 4 * C4sig + \sqrt{10} * Noise \end{aligned} \right\} \quad \dots (式50)$$

$$\left. \begin{aligned} C1 &= C1sig + \sqrt{6/16} * Noise \\ C2 &= C2sig + \sqrt{6/16} * Noise \\ C3 &= C3sig + \sqrt{10/16} * Noise \\ C4 &= C4sig + \sqrt{10/16} * Noise \end{aligned} \right\} \quad \dots (式51)$$

$$\left. \begin{aligned} C1 &= C1sig + Noise \\ C2 &= C2sig + Noise \\ C3 &= C3sig + Noise \\ C4 &= C4sig + Noise \end{aligned} \right\} \quad \dots (式52)$$

[図20]

(a)

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C1 \\ C2 \\ C3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Y1 \\ Y2 \\ Y3 \end{pmatrix} \quad \dots \dots (式53)$$

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C1 \\ C2 \\ C3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y1 \\ Y2 \\ Y3 \end{pmatrix} \quad \dots \dots (式54)$$

$$\begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C1 \\ C2 \\ C3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y1 \\ Y2 \\ Y3 \end{pmatrix} \quad \dots \dots (式55)$$

(b)

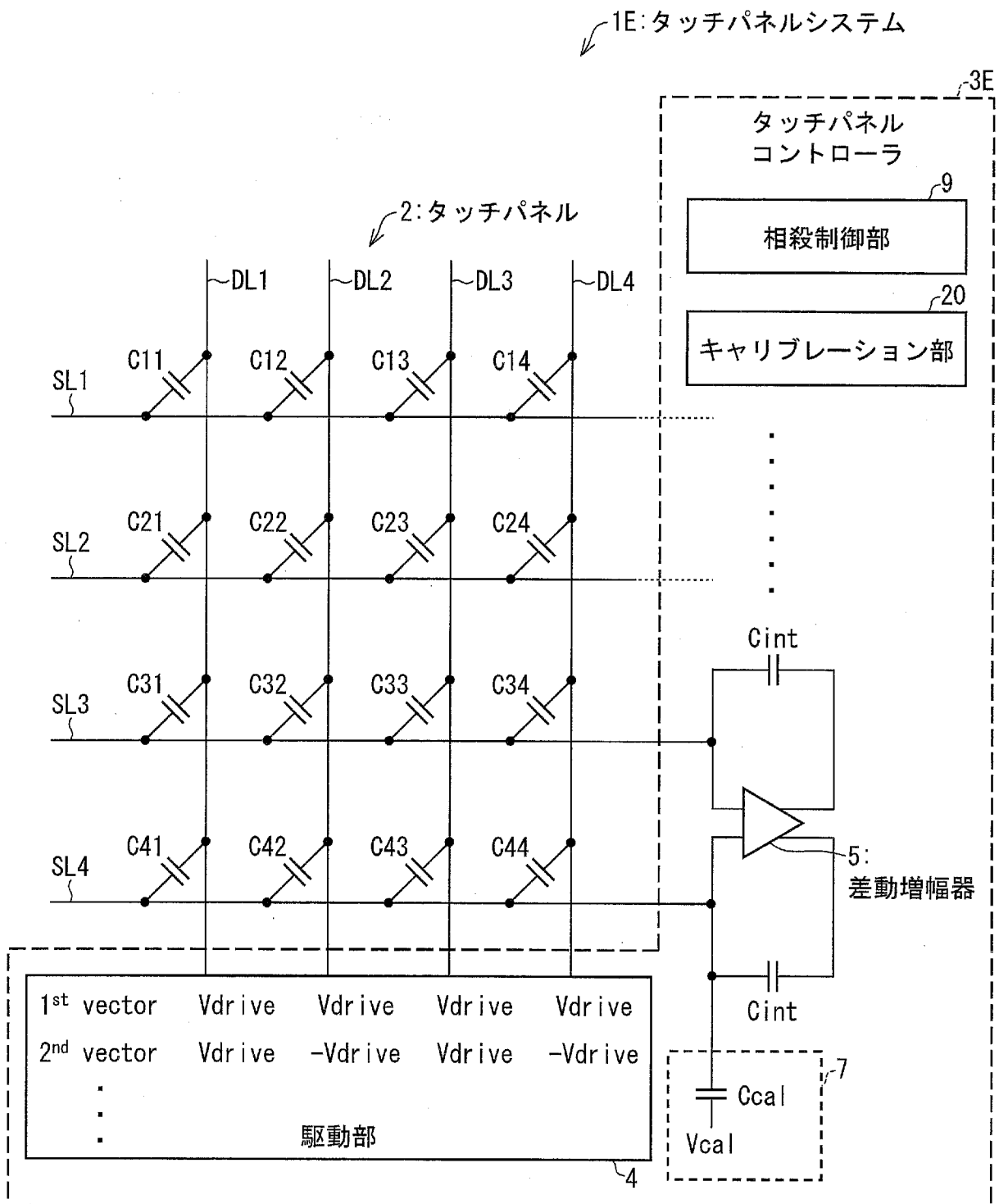
信号が飽和する場合、下記のvectorを採用する

$$\begin{pmatrix} -1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C1 \\ C2 \\ C3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Y1' \\ Y2' \\ Y3' \end{pmatrix} \quad \dots \dots (式56)$$

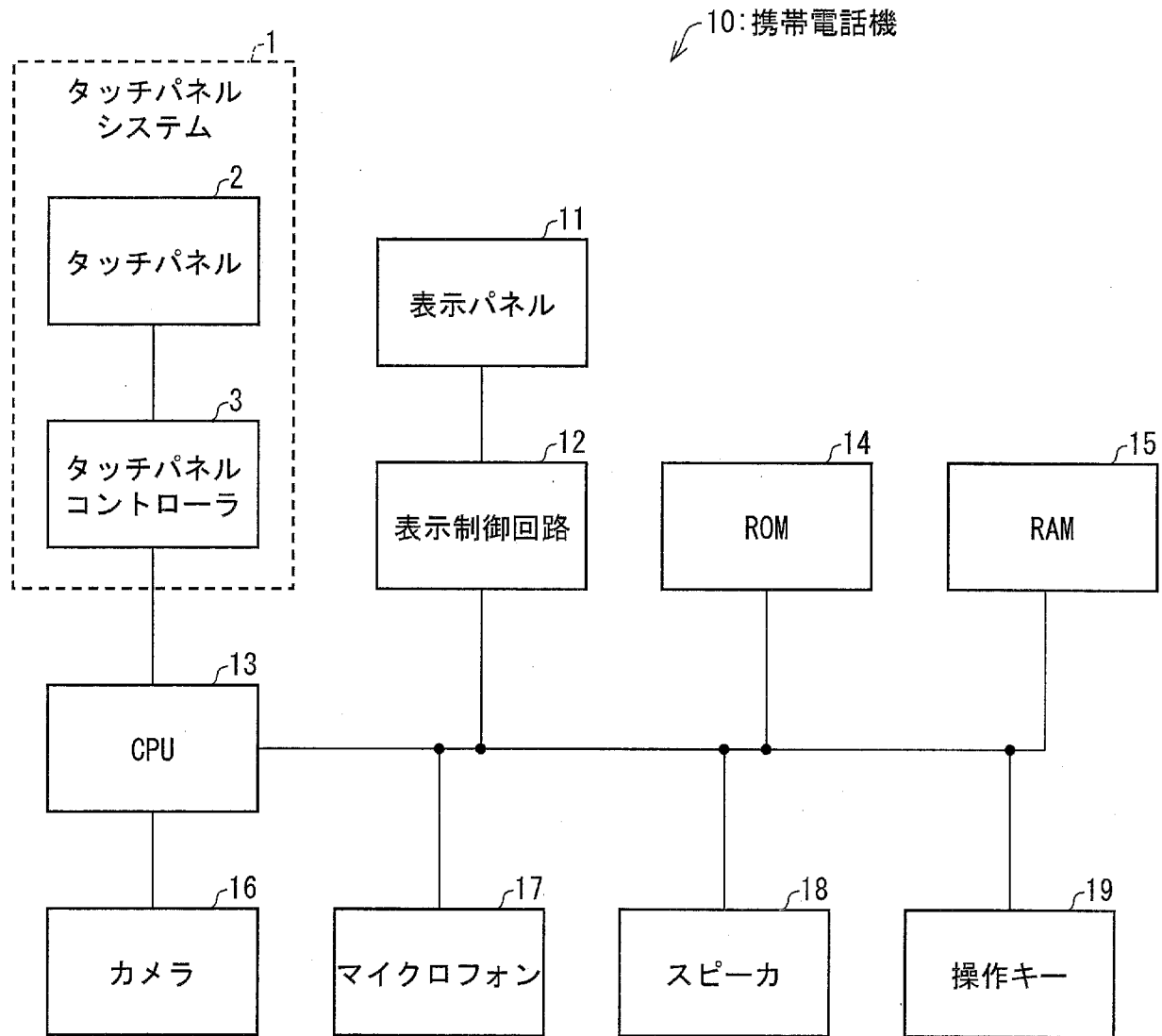
$$\begin{pmatrix} -1 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C1 \\ C2 \\ C3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y1' \\ Y2' \\ Y3' \end{pmatrix} \quad \dots \dots (式57)$$

$$\begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C1 \\ C2 \\ C3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y1' \\ Y2' \\ Y3' \end{pmatrix} \quad \dots \dots (式58)$$

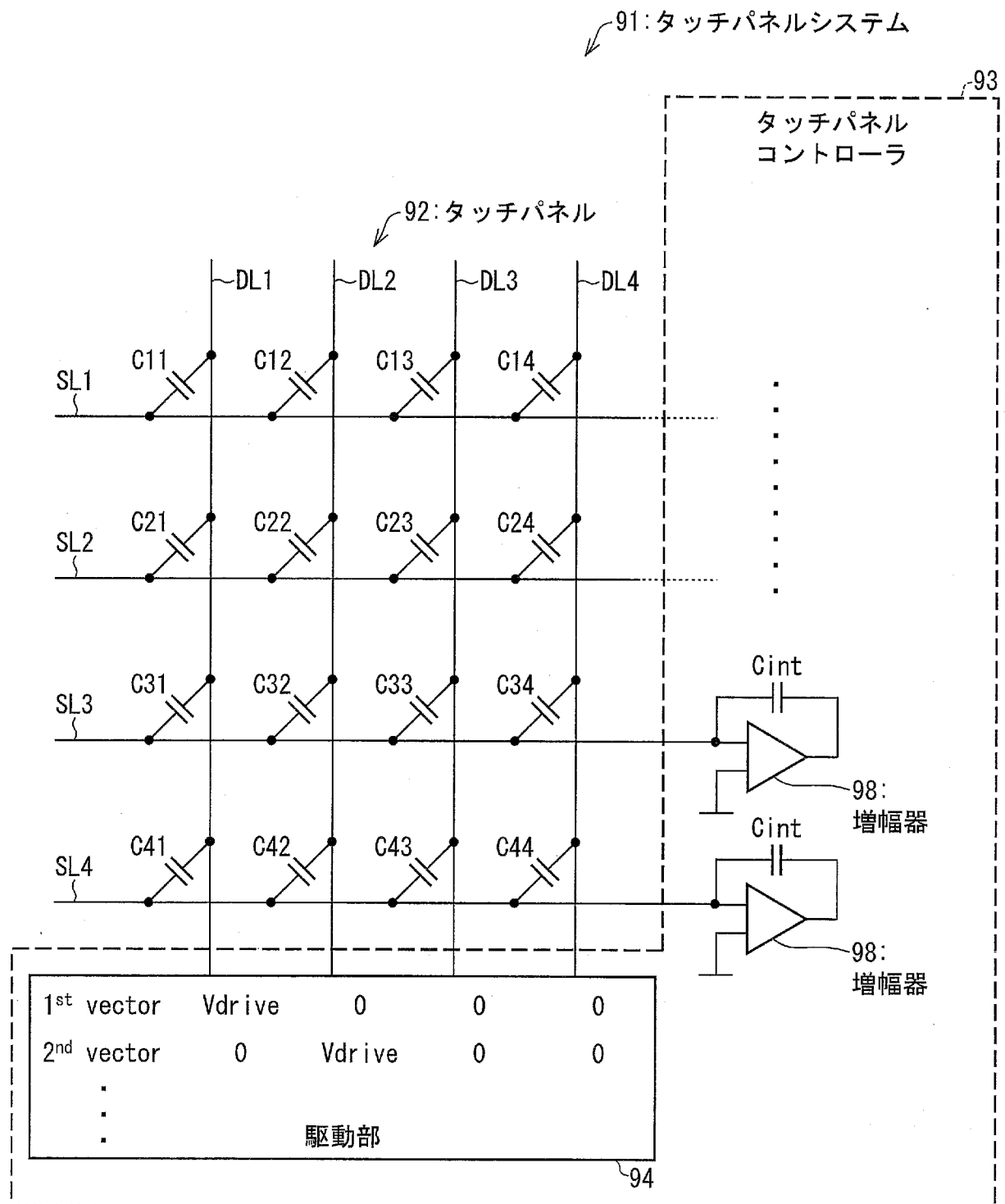
[図21]



[図22]



[図23]



[図24]

$$1^{\text{st}} \text{ vector } \frac{-(C_{31})V_{drive}}{C_{int}} \quad \dots (式1)$$

$$2^{\text{nd}} \text{ vector } \frac{-(C_{32})V_{drive}}{C_{int}} \quad \dots (式2)$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C1 \\ C2 \\ C3 \\ C4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Y1 \\ Y2 \\ Y3 \\ Y4 \end{pmatrix} \quad \dots (式3)$$

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/051336

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 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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.
X A A A	JP 2011-47774 A (Seiko Instruments Inc.), 10 March 2011 (10.03.2011), paragraphs [0036] to [0069] & US 2011/0055305 A1 JP 2011-81767 A (Novatek Microelectronics Corp.), 21 April 2011 (21.04.2011), paragraphs [0013] to [0025]; fig. 1 to 7 & US 2011/0084918 A1 JP 2009-15489 A (Hitachi Displays, Ltd.), 22 January 2009 (22.01.2009), paragraphs [0019] to [0024]; fig. 11 to 15 & US 2009/0009486 A1 & CN 101339313 A & KR 10-2009-0004678 A	1-3, 6-14, 16-18 4-5, 15 1-3, 6-14, 16-18 1-3, 6-14, 16-18



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

16 April, 2012 (16.04.12)

Date of mailing of the international search report

24 April, 2012 (24.04.12)

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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2012年 日本国実用新案登録公報 1996-2012年 日本国登録実用新案公報 1994-2012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
X A A A	JP 2011-47774 A（セイコーインスツル株式会社）2011.03.10, 段落【0036】-段落【0069】 & US 2011/0055305 A1 JP 2011-81767 A（聯詠科技股▲ふん▼有限公司）2011.04.21, 段落【0013】-段落【0025】, 図1-図7 & US 2011/0084918 A1 JP 2009-15489 A（日立ディスプレイズ）2009.01.22, 段落【0019】-段落【0024】, 図11-図15 & US 2009/0009486 A1 & CN 101339313 A & KR 10-2009-0004678 A	1-3, 6-14, 16-18 4-5, 15 1-3, 6-14, 16-18 1-3, 6-14, 16-18
☐ 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 16.04.2012	国際調査報告の発送日 24.04.2012	
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100-8915 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） 西谷 明子 電話番号 03-3581-1101 内線 3521	5E 4536