

(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 12 月 31 日(31.12.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/208175 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/JP2014/060215
- (22) 国際出願日: 2014 年 4 月 8 日(08.04.2014)
- (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 2013-137254 2013 年 6 月 28 日(28.06.2013) 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 2 番 2 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 金澤 雄亮(KANAZAWA, Yusuke).
- (74) 代理人: 特許業務法人HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK (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).

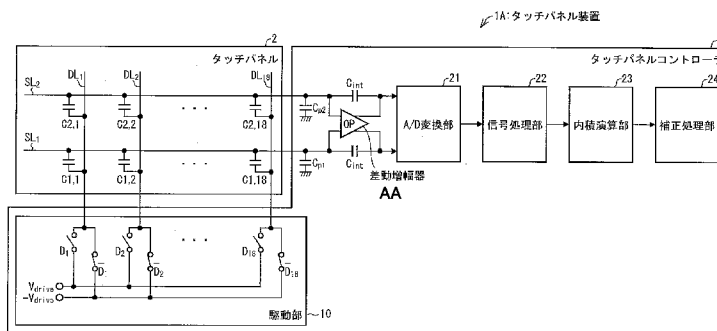
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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 AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 発明の名称: タッチパネルコントローラ及び電子機器



- 1A Touch panel device
2 Touch panel
3 Touch panel controller
10 Drive unit
21 AD conversion unit
22 Signal processing unit
23 Inner product calculation unit
24 Correction processing unit
AA Differential amplifier

(57) Abstract: This touch panel controller (3) is provided with a drive unit (10) which drives drive lines (DL1-DL18) and outputs, from a sense line (SL1), a linear sum signal based on the charge accumulated in capacitors (C1,1-C1,18), and with a correction processing unit (24) which corrects for the effect of the parasitic capacitance (Cp1) in the sense line (SL1) on change in the capacitors (C1,1-C1,18). By this means, the effect of parasitic capacitance in the sense line is corrected, making it possible to provide a touch panel controller and an electronic device capable of accurately estimating capacitance values.

(57) 要約: タッチパネルコントローラ (3) には、ドライブライン (DL1~DL18) を駆動し、各静電容量 (C1,1~C1,18) に蓄積される電荷に基づく線形和信号をセンスライン (SL1) から出力させる駆動部 (10) と、センスライン (SL1) に存在する寄生容量 (Cp1) が静電容量 (C1,1~C1,18) の変化に与える影響を補正する補正処理部 (24) とが設けられている。これにより、センスラインに存在する寄生容量の影響を補正して、静電容量値の推定をより正確に行うことのできるタッチパネルコントローラ及び電子機器を提供することができる。

WO 2014/208175 A1

明 細 書

発明の名称： タッチパネルコントローラ及び電子機器

技術分野

[0001] 本発明は、タッチパネルコントローラ、タッチパネルコントローラを備えた電子機器に関するものである。

背景技術

[0002] マトリックス状に分布した静電容量の値を検出する装置として、K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各静電容量の値の分布を検出（推定）するタッチパネル装置が、特許文献1に開示されている。

[0003] 上記特許文献1に記載のタッチパネル装置は、ユーザが指又はペン等の被検出体にてタッチパネルに触れたときに、触れられた位置における静電容量の値の変化（例えば小さくなる）を検出することによって、ユーザが触れたタッチパネル上の位置を検出するようになっている。

[0004] 具体的には、特許文献1に記載のタッチパネルシステム100は、図9に示すように、タッチパネル101とタッチパネルコントローラ110とを備えている。タッチパネル101は、4本のドライブライン $DL_1 \sim DL_4$ ($K=4$)と4本のセンスライン $SL_1 \sim SL_4$ ($L=4$)とを備えていると共に、ドライブライン $DL_1 \sim DL_4$ とセンスライン $SL_1 \sim SL_4$ とが交差する位置には、静電容量 $C_{11} \sim C_{44}$ がそれぞれ形成されている。

[0005] タッチパネルコントローラ110には駆動部111が設けられており、駆動部111は符号系列に基づいてドライブライン $DL_1 \sim DL_4$ を駆動する。符号系列は、具体的には、図10に示すように、系列長 $N=31$ の2進疑似乱数列であるM系列(M-sequence)を用いている。

[0006] ここでは、ドライブライン $DL_1 \sim DL_4$ を駆動する信号として、図10に示す系列長 $N=31$ の符号系列のうち、 $Drive\ 1 \sim 4$ を割り当てることを前提に説明する。符号系列の要素は、「1」及び「-1」のいずれかであ

る。

[0007] 駆動部 111 は、符号系列の要素が「1」である場合には、図 9 に示す電圧「Vdrive」を印加し、符号系列の要素が「-1」である場合には電圧「-Vdrive」を印加する。

[0008] 上記タッチパネルシステム 100 は、センスライン SL_1 、 SL_2 及びセンスライン SL_3 、 SL_4 に接続される 2 個の差動増幅器 112 を有している。差動増幅器 112 は、駆動部 111 がドライブライン $DL_1 \sim DL_4$ を駆動したときに、センスライン $SL_1 \sim SL_4$ から出力される各静電容量 $C_{11} \sim C_{14}$ 、 $C_{21} \sim C_{24}$ 、 $C_{31} \sim C_{34}$ 、 $C_{41} \sim C_{44}$ に基づく線形和信号を受け取り、その差を増幅する。

[0009] ここで、センスライン SL_3 、 SL_4 が接続される差動増幅器 112 の動作を例に取り、タッチパネルシステム 100 の動作を説明する。

[0010] 駆動部 111 は、図 10 に示す Drive 1 ~ 31 のうち、4 つの Drive 1 ~ 4 によって、ドライブラインを駆動する。

[0011] 例えば、駆動部 111 は、図 10 に示す 1st Vector による駆動において、ドライブライン DL_1 、 DL_3 、 DL_4 に電圧「Vdrive」を印加し、ドライブライン DL_2 に電圧「-Vdrive」を印加する。その際、差動増幅器 112 の入出力は短絡され、差動増幅器 112 に接続される積分容量 C_{int} はリセット状態であり、全てのセンスラインの電圧がゼロとなるように動作させる。すなわち、静電容量 $C_{31} \sim C_{34}$ 、 $C_{41} \sim C_{44}$ に蓄積される電荷をそれぞれ $Q_{31} \sim Q_{34}$ 、 $Q_{41} \sim Q_{44}$ とすると、 $Q_{31} \sim Q_{34}$ 、 $Q_{41} \sim Q_{44}$ は、センスライン電圧を基準として電荷量を計算した場合、

[0012] [数1]

$$\begin{aligned} Q_{31} &= -V_{drive} \cdot C_{31} \quad , \quad Q_{32} = V_{drive} \cdot C_{32} \quad , \quad Q_{33} = -V_{drive} \cdot C_{33} \quad , \quad Q_{34} = -V_{drive} \cdot C_{34} \\ Q_{41} &= -V_{drive} \cdot C_{41} \quad , \quad Q_{42} = V_{drive} \cdot C_{42} \quad , \quad Q_{43} = -V_{drive} \cdot C_{43} \quad , \quad Q_{44} = -V_{drive} \cdot C_{44} \end{aligned}$$

[0013] にて与えられる。尚、各静電容量 $C_{11} \sim C_{44}$ の各静電容量値を、 $C_{11} \sim C_{44}$ にて示している。

[0014] 次に、差動増幅器 112 の短絡状態が解除された状態を考える。また、駆

動部 1 1 1 は、全てのドライブラインの電圧がゼロとなるように動作させる。
。差動増幅器 1 1 2 の入力電圧をそれぞれ X 3, X 4 とし、出力電圧をそれぞれ Y 3、Y 4 とすると、差動増幅器 1 1 2 に接続される容量に蓄積される電荷の総和 Q_{Y3} , Q_{Y4} は、

[0015] [数2]

$$\begin{aligned} Q_{Y3} &= X3 \cdot (C_{31} + C_{32} + C_{33} + C_{34}) + (X3 - Y3)C_{int} \\ Q_{Y4} &= X4 \cdot (C_{41} + C_{42} + C_{43} + C_{44}) + (X4 - Y4)C_{int} \end{aligned}$$

[0016] となる。電荷保存則より、

[0017] [数3]

$$\begin{aligned} Q_{Y3} &= Q_{31} + Q_{32} + Q_{33} + Q_{34} \\ Q_{Y4} &= Q_{41} + Q_{42} + Q_{43} + Q_{44} \end{aligned}$$

[0018] が成立し、差動増幅器 1 1 2 の出力電圧 Y 3, Y 4 はそれぞれ、

[0019] [数4]

$$\begin{cases} X3 \cdot (C_{31} + C_{32} + C_{33} + C_{34}) + (X3 - Y3)C_{int} = -V_{drive} \cdot C_{31} + V_{drive} \cdot C_{32} - V_{drive} \cdot C_{33} - V_{drive} \cdot C_{34} \\ X4 \cdot (C_{41} + C_{42} + C_{43} + C_{44}) + (X4 - Y4)C_{int} = -V_{drive} \cdot C_{41} + V_{drive} \cdot C_{42} - V_{drive} \cdot C_{43} - V_{drive} \cdot C_{44} \end{cases}$$

したがって、

$$\begin{cases} Y3 = \frac{V_{drive} \cdot C_{31} - V_{drive} \cdot C_{32} + V_{drive} \cdot C_{33} + V_{drive} \cdot C_{34}}{C_{int}} + \frac{X3 \cdot (C_{31} + C_{32} + C_{33} + C_{34} + C_{int})}{C_{int}} \\ Y4 = \frac{V_{drive} \cdot C_{41} - V_{drive} \cdot C_{42} + V_{drive} \cdot C_{43} + V_{drive} \cdot C_{44}}{C_{int}} + \frac{X4 \cdot (C_{41} + C_{42} + C_{43} + C_{44} + C_{int})}{C_{int}} \end{cases}$$

[0020] にて与えられる。

[0021] ここで、差動増幅器 1 1 2 の出力端子の信号 Y 3, Y 4 の差は、

[0022] [数5]

$$\begin{aligned} Y3 - Y4 &= \frac{V_{drive} \cdot (C_{31} - C_{41}) - V_{drive} \cdot (C_{32} - C_{42}) + V_{drive} \cdot (C_{33} - C_{43}) + V_{drive} \cdot (C_{34} - C_{44})}{C_{int}} \\ &+ \frac{X3 \cdot (C_{31} + C_{32} + C_{33} + C_{34} + C_{int}) - X4 \cdot (C_{41} + C_{42} + C_{43} + C_{44} + C_{int})}{C_{int}} \end{aligned}$$

[0023] となる。

[0024] ここで、「 $C_{31} + C_{32} + C_{33} + C_{34} + C_{int}$ 」及び「 $C_{41} + C_{42} + C_{43} + C_{44} + C_{int}$ 」が略等しい容量 C_{all} で与えられるとする。すなわち、

[0025]

[数6]

$$\begin{aligned} C_{all} &\approx C_{31} + C_{32} + C_{33} + C_{34} + C_{int} \\ C_{all} &\approx C_{41} + C_{42} + C_{43} + C_{44} + C_{int} \end{aligned}$$

[0026] を仮定する。

[0027] 差動増幅器 1 1 2 のゲインが十分大きい場合、 $X_3 - X_4$ は略ゼロと見做せるため、図 10 に示す 1st Vector による駆動において得られる差動増幅器 1 1 2 の出力信号 Y_{34_1} は、差動増幅器 1 1 2 の出力端子の信号 Y_3 、 Y_4 の差で与えられ、

[0028] [数7]

$$\begin{aligned} Y_{34_1} &= Y_3 - Y_4 \\ &= \frac{V_{drive}}{C_{int}} [(C_{31} - C_{41}) - (C_{32} - C_{42}) + (C_{33} - C_{43}) + (C_{34} - C_{44})] + (X_3 - X_4) \frac{C_{all}}{C_{int}} \\ &= \frac{V_{drive}}{C_{int}} [(C_{31} - C_{41}) - (C_{32} - C_{42}) + (C_{33} - C_{43}) + (C_{34} - C_{44})] \end{aligned}$$

[0029] と書ける。

[0030] 図 10 に示す符号系列のうち、ドライブライン $DL_1 \sim DL_4$ に与えられる i 回目の駆動に用いる符号系列、すなわち、図 10 に示す i th Vector の Drive 1, Drive 2, Drive 3, Drive 4 をそれぞれ Di_1 , Di_2 , Di_3 , Di_4 とすると、差動増幅器 1 1 2 の出力信号 Y_{34_i} は、

[0031] [数8]

$$Y_{34_i} = Y_{3_i} - Y_{4_i} = \frac{V_{drive}}{C_{int}} [Di_1(C_{31} - C_{41}) + Di_2(C_{32} - C_{42}) + Di_3(C_{33} - C_{43}) + Di_4(C_{34} - C_{44})]$$

[0032] にて与えられる。

[0033] 図 10 に示す 1st vector から、31th vector までの駆動によって、31 個の信号 $Y_{34_1} \sim Y_{34_{31}}$ が得られる。この 31 個の信号 $Y_{34_1} \sim Y_{34_{31}}$ と、それぞれのドライブライン $DL_1 \sim DL_4$ に与える 4 個の系列長 31 の符号系列との内積演算を実行することにより、各ドライブラインに接続される静電容量を推定することができる。

[0034] 例えば、ドライブライン DL_1 の駆動に用いた符号系列「 D_{i_1} 」を用いて、

静電容量 $C_{31} - C_{41}$ を推定する場合、下式で表される。

[0035] [数9]

$$\sum_{i=1}^{31} (Y_{3i} - Y_{4i}) D_{i1} = \sum_{i=1}^{31} \left(\frac{V_{drive}}{C_{int}} [D_{i1}(C_{31} - C_{41}) + D_{i2}(C_{32} - C_{42}) + D_{i3}(C_{33} - C_{43}) + D_{i4}(C_{34} - C_{44})] D_{i1} \right)$$

[0036] ここで、M系列は、同じ系列同士の内積は系列長と同じ値をとり、異なる系列同士の内積は -1 の値をとることが知られている。したがって、上式は、

[0037] [数10]

$$\sum_{i=1}^{31} (Y_{3i} - Y_{4i}) D_{i1} = \frac{V_{drive}}{C_{int}} [31(C_{31} - C_{41}) - (C_{32} - C_{42}) - (C_{33} - C_{43}) - (C_{34} - C_{44})]$$

[0038] となる。

[0039] ここで、全てのセンスライン $SL_1 \sim SL_4$ 及び全てのドライブライン $DL_1 \sim DL_4$ は、それぞれ均一の幅で作られていると仮定して各静電容量 $C_{31} \sim C_{44}$ の静電容量値 $C_{31} \sim C_{44}$ が略同じ値になるとすれば、静電容量 $C_{31} - C_{41}$ に掛かる係数は他の静電容量 $C_{32} - C_{42}$, $C_{33} - C_{43}$, $C_{34} - C_{44}$ に比べて 31 倍大きいので、他の静電容量 $C_{32} - C_{42}$, $C_{33} - C_{43}$, $C_{34} - C_{44}$ の影響は無視できる程小さくなり、上式は、

[0040] [数11]

$$\sum_{i=1}^{31} (Y_{3i} - Y_{4i}) D_{i1} \approx \frac{V_{drive}}{C_{int}} [31(C_{31} - C_{41})]$$

[0041] と簡略化でき、静電容量 $C_{31} - C_{41}$ の静電容量値 $C_{31} - C_{41}$ を推定することができる。

先行技術文献

特許文献

[0042] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開2013-3603号公報（2013年1月7日公開）」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0043] ところで、上記特許文献 1 に開示された従来のタッチパネルシステム 100 では、製造プロセスの影響によりドライブライン及びセンスラインがそれぞれ均一に配設されないこと等によりセンスラインとドライブラインとの間の静電容量が一定でない場合について補正することを扱っている。

[0044] しかしながら、このような問題とは別に、差動増幅器 112 の入力に、図 9 に示すようなセンスラインとグランドとの間の寄生容量 $C_{p1} \sim C_{p4}$ (尚、図 9 では、寄生容量 C_{p1} , C_{p2} を省略) が付き、この寄生容量 $C_{p1} \sim C_{p4}$ の影響で、各静電容量値 $C_{11} \sim C_{44}$ の推定値に誤りが生じる場合がある。

[0045] ここで、寄生容量 C_{p3} , C_{p4} が存在する場合、前記 1st Vector による駆動において得られる静電容量 $C_{31} \sim C_{34}$, $C_{41} \sim C_{44}$ に蓄積される電荷と、差動増幅器 112 の短絡状態が解除され、全てのドライブライン $DL_1 \sim DL_4$ の電圧がゼロとなるように動作させる状態での電荷の総和 Q_{Y3} , Q_{Y4} とは、それぞれ、

[0046] [数12]

$$\begin{aligned} Q_{31} &= -V_{drive} \cdot C_{31} \quad , \quad Q_{32} = V_{drive} \cdot C_{32} \quad , \quad Q_{33} = -V_{drive} \cdot C_{33} \quad , \quad Q_{34} = -V_{drive} \cdot C_{34} \\ Q_{41} &= -V_{drive} \cdot C_{41} \quad , \quad Q_{42} = V_{drive} \cdot C_{42} \quad , \quad Q_{43} = -V_{drive} \cdot C_{43} \quad , \quad Q_{44} = -V_{drive} \cdot C_{44} \end{aligned}$$

したがって、

$$\begin{aligned} Q_{Y3} &= X3 \cdot (C_{31} + C_{32} + C_{33} + C_{34}) + (X3 - Y3)C_{int} + X3 \cdot Cp3 \\ Q_{Y4} &= X4 \cdot (C_{41} + C_{42} + C_{43} + C_{44}) + (X4 - Y4)C_{int} + X4 \cdot Cp4 \end{aligned}$$

[0047] となる。したがって、差動増幅器 112 の出力電圧 $Y3$, $Y4$ はそれぞれ、

[0048] [数13]

$$\begin{cases} X3 \cdot (C_{31} + C_{32} + C_{33} + C_{34}) + (X3 - Y3)C_{int} + X3 \cdot Cp3 = -V_{drive} \cdot (C_{31} - C_{32} + C_{33} + C_{34}) \\ X4 \cdot (C_{41} + C_{42} + C_{43} + C_{44}) + (X4 - Y4)C_{int} + X4 \cdot Cp4 = -V_{drive} \cdot (C_{41} - C_{42} + C_{43} + C_{44}) \end{cases}$$

したがって、

$$\begin{cases} Y3 = \frac{V_{drive} \cdot C_{31} - V_{drive} \cdot C_{32} + V_{drive} \cdot C_{33} + V_{drive} \cdot C_{34}}{C_{int}} + \frac{X3 \cdot (C_{31} + C_{32} + C_{33} + C_{34} + C_{int} + Cp3)}{C_{int}} \\ Y4 = \frac{V_{drive} \cdot C_{41} - V_{drive} \cdot C_{42} + V_{drive} \cdot C_{43} + V_{drive} \cdot C_{44}}{C_{int}} + \frac{X4 \cdot (C_{41} + C_{42} + C_{43} + C_{44} + C_{int} + Cp4)}{C_{int}} \end{cases}$$

[0049] となる。

[0050] 前記と同様に、「 $C_{31} + C_{32} + C_{33} + C_{34} + C_{int}$ 」及び「 $C_{41} + C_{42} +$

$C_{43} + C_{44} + C_{int}$ が略等しい容量 C_{all} にて与えられるとする。また、前記と同様に、差動増幅器 112 のゲインが十分大きい場合、 $X3 - X4$ は略ゼロと見做せるとすると、

[0051] [数14]

$$\begin{aligned} Y3 - Y4 &= \frac{V_{drive}}{C_{int}} [(C_{31} - C_{41}) - (C_{32} - C_{42}) + (C_{33} - C_{43}) + (C_{34} - C_{44})] + (X3 - X4) \frac{C_{all}}{C_{int}} + X3 \frac{Cp3}{C_{int}} - X4 \frac{Cp4}{C_{int}} \\ &= \frac{V_{drive}}{C_{int}} [(C_{31} - C_{41}) - (C_{32} - C_{42}) + (C_{33} - C_{43}) + (C_{34} - C_{44})] + X3 \frac{Cp3}{C_{int}} - X4 \frac{Cp4}{C_{int}} \end{aligned}$$

[0052] となる。

[0053] 前記と同様に、ith Vector の Drive 1, Drive 2, Drive 3, Drive 4 をそれぞれ D_{i1} , D_{i2} , D_{i3} , D_{i4} とすると、差動増幅器 112 の出力 $Y3_i$ は、

[0054] [数15]

$$Y3_i = Y3_i - Y4_i = \frac{V_{drive}}{C_{int}} [D_{i1}(C_{31} - C_{41}) + D_{i2}(C_{32} - C_{42}) + D_{i3}(C_{33} - C_{43}) + D_{i4}(C_{34} - C_{44})] + X3_i \frac{Cp3}{C_{int}} - X4_i \frac{Cp4}{C_{int}}$$

[0055] で与えられる。

[0056] ここで、 $X3_i$, $X4_i$ について考える。ith Vector の Drive 1, Drive 2, Drive 3, Drive 4 をそれぞれ D_{i1} , D_{i2} , D_{i3} , D_{i4} とすると、前記の式は、

[0057] [数16]

$$\begin{cases} X3_i \cdot (C_{31} + C_{32} + C_{33} + C_{34}) + (X3_i - Y3_i)C_{int} + X3_i \cdot Cp3 = -V_{drive} \cdot (D_{i1}C_{31} + D_{i2}C_{32} + D_{i3}C_{33} + D_{i4}C_{34}) \\ X4_i \cdot (C_{41} + C_{42} + C_{43} + C_{44}) + (X4_i - Y4_i)C_{int} + X4_i \cdot Cp4 = -V_{drive} \cdot (D_{i1}C_{41} + D_{i2}C_{42} + D_{i3}C_{43} + D_{i4}C_{44}) \end{cases}$$

[0058] となり、これを $X3_i$, $X4_i$ についてまとめると、

[0059] [数17]

$$\begin{cases} X3_i = \frac{-V_{drive} \cdot (D_{i1}C_{31} + D_{i2}C_{32} + D_{i3}C_{33} + D_{i4}C_{34}) + Y3_i C_{int}}{C_{31} + C_{32} + C_{33} + C_{34} + C_{int} + Cp3} \\ X4_i = \frac{-V_{drive} \cdot (D_{i1}C_{41} + D_{i2}C_{42} + D_{i3}C_{43} + D_{i4}C_{44}) + Y4_i C_{int}}{C_{41} + C_{42} + C_{43} + C_{44} + C_{int} + Cp4} \end{cases}$$

[0060] となる。差動増幅器 112 のそれぞれの出力端子の信号 $Y3_i$, $Y4_i$ は差動増幅器 112 の出力信号 $Y34_i$ とコモンモード電圧 V_{cm} とを用いて、

[0061]

[数18]

$$\begin{cases} Y3_i = \frac{Y34_i}{2} + Vcm \\ Y4_i = -\frac{Y34_i}{2} + Vcm \end{cases}$$

[0062] と書ける。したがって、

[0063] [数19]

$$\begin{cases} X3_i = \frac{-V_{drive} \cdot (D_{i1}C_{31} + D_{i2}C_{32} + D_{i3}C_{33} + D_{i4}C_{34}) + \left(\frac{Y34_i}{2} + Vcm\right) \cdot C_{int}}{C_{all} + Cp3} \\ X4_i = \frac{-V_{drive} \cdot (D_{i1}C_{41} + D_{i2}C_{42} + D_{i3}C_{43} + D_{i4}C_{44}) + \left(-\frac{Y34_i}{2} + Vcm\right) \cdot C_{int}}{C_{all} + Cp4} \end{cases}$$

[0064] [数20]

$$\begin{cases} X3_i = \frac{-V_{drive} \cdot (D_{i1}C_{31} + D_{i2}C_{32} + D_{i3}C_{33} + D_{i4}C_{34})}{C_{all} + Cp3} + \left(\frac{V_{drive}}{2C_{int}} [D_{i1}(C_{31} - C_{41}) + D_{i2}(C_{32} - C_{42}) + D_{i3}(C_{33} - C_{43}) + D_{i4}(C_{34} - C_{44})] + \frac{X3_i \frac{Cp3}{C_{int}} - X4_i \frac{Cp4}{C_{int}}}{2} + Vcm \right) C_{int} \\ X4_i = \frac{-V_{drive} \cdot (D_{i1}C_{41} + D_{i2}C_{42} + D_{i3}C_{43} + D_{i4}C_{44})}{C_{all} + Cp4} + \left(\frac{-V_{drive}}{2C_{int}} [D_{i1}(C_{31} - C_{41}) + D_{i2}(C_{32} - C_{42}) + D_{i3}(C_{33} - C_{43}) + D_{i4}(C_{34} - C_{44})] + \frac{-X3_i \frac{Cp3}{C_{int}} + X4_i \frac{Cp4}{C_{int}}}{2} + Vcm \right) C_{int} \end{cases}$$

[0065] [数21]

$$\begin{cases} X3_i = \frac{-\frac{V_{drive}}{2} [D_{i1}(C_{31} + C_{41}) + D_{i2}(C_{32} + C_{42}) + D_{i3}(C_{33} + C_{43}) + D_{i4}(C_{34} + C_{44})] + \left(\frac{X3_i \frac{Cp3}{C_{int}} - X4_i \frac{Cp4}{C_{int}}}{2} + Vcm \right) C_{int}}{C_{all} + Cp3} \\ X4_i = \frac{-\frac{V_{drive}}{2} [D_{i1}(C_{31} + C_{41}) + D_{i2}(C_{32} + C_{42}) + D_{i3}(C_{33} + C_{43}) + D_{i4}(C_{34} + C_{44})] + \left(\frac{-X3_i \frac{Cp3}{C_{int}} + X4_i \frac{Cp4}{C_{int}}}{2} + Vcm \right) C_{int}}{C_{all} + Cp4} \end{cases}$$

[0066] と変形できる。式の簡略化のため、

[0067] [数22]

$$Q_{tot,i} = -\frac{V_{drive}}{2} [D_{i1}(C_{31} + C_{41}) + D_{i2}(C_{32} + C_{42}) + D_{i3}(C_{33} + C_{43}) + D_{i4}(C_{34} + C_{44})]$$

[0068] で表せる Q_{tot} を仮定する。この場合、上式は、

[0069] [数23]

$$\begin{cases} X3_i = \frac{Q_{tot,i} + \left(\frac{X3_i \frac{Cp3}{C_{int}} - X4_i \frac{Cp4}{C_{int}} + Vcm}{2} \right) C_{int}}{C_{all} + Cp3} \\ X4_i = \frac{Q_{tot,i} + \left(\frac{-X3_i \frac{Cp3}{C_{int}} + X4_i \frac{Cp4}{C_{int}} + Vcm}{2} \right) C_{int}}{C_{all} + Cp4} \end{cases}$$

[0070] となる。

[0071] それぞれ、 $X3_i$ 、 $X4_i$ について整理すると、

[0072] [数24]

$$\begin{cases} (C_{all} + Cp3)X3_i = Q_{tot,i} + \left(X3_i \frac{Cp3}{2C_{int}} - X4_i \frac{Cp4}{2C_{int}} + Vcm \right) C_{int} \\ (C_{all} + Cp4)X4_i = Q_{tot,i} + \left(-X3_i \frac{Cp3}{2C_{int}} + X4_i \frac{Cp4}{2C_{int}} + Vcm \right) C_{int} \\ \left(C_{all} + \frac{Cp3}{2} \right) X3_i = Q_{tot,i} + \left(-X4_i \frac{Cp4}{2C_{int}} + Vcm \right) C_{int} \\ \left(C_{all} + \frac{Cp4}{2} \right) X4_i = Q_{tot,i} + \left(-X3_i \frac{Cp3}{2C_{int}} + Vcm \right) C_{int} \\ X3_i = \frac{Q_{tot,i} - X4_i \frac{Cp4}{2} + Vcm C_{int}}{\left(C_{all} + \frac{Cp3}{2} \right)} \\ X4_i = \frac{Q_{tot,i} - X3_i \frac{Cp3}{2} + Vcm C_{int}}{\left(C_{all} + \frac{Cp4}{2} \right)} \end{cases}$$

[0073] となる。

[0074] これらより、 $X3_i$ を求めると、

[0075]

[数25]

$$\begin{aligned}
X3_i &= \frac{Q_{tot,i} - X4_i \frac{Cp4}{2} + VcmC_{int}}{\left(C_{all} + \frac{Cp3}{2}\right)} \\
\left(C_{all} + \frac{Cp3}{2}\right) X3_i &= Q_{tot,i} - X4_i \frac{Cp4}{2} + VcmC_{int} \\
\left(C_{all} + \frac{Cp3}{2}\right) X3_i &= Q_{tot,i} - \left(\frac{Q_{tot,i} - X3_i \frac{Cp3}{2} + VcmC_{int}}{\left(C_{all} + \frac{Cp4}{2}\right)} \right) \frac{Cp4}{2} + VcmC_{int} \\
\left(C_{all} + \frac{Cp3}{2}\right) \left(C_{all} + \frac{Cp4}{2}\right) X3_i &= \left(C_{all} + \frac{Cp4}{2}\right) Q_{tot,i} - \left(Q_{tot,i} + \left(-X3_i \frac{Cp3}{2} + VcmC_{int} \right) \right) \frac{Cp4}{2} + VcmC_{int} \left(C_{all} + \frac{Cp4}{2}\right) \\
\left(C_{all} + \frac{Cp3}{2}\right) \left(C_{all} + \frac{Cp4}{2}\right) X3_i &= C_{all} Q_{tot,i} + \left(X3_i \frac{Cp3}{2} - VcmC_{int} \right) \frac{Cp4}{2} + VcmC_{int} \left(C_{all} + \frac{Cp4}{2}\right) \\
\left(C_{all} + \frac{Cp3}{2}\right) \left(C_{all} + \frac{Cp4}{2}\right) X3_i - \frac{Cp3}{2} \frac{Cp4}{2} X3_i &= C_{all} Q_{tot,i} + VcmC_{int} C_{all} \\
\left(C_{all}^2 + \left(\frac{Cp3}{2} + \frac{Cp4}{2}\right) C_{all}\right) X3_i &= C_{all} Q_{tot,i} - VcmC_{int} C_{all} \\
X3_i &= \frac{C_{all} Q_{tot,i} - VcmC_{int} C_{all}}{\left(C_{all}^2 + \left(\frac{Cp3}{2} + \frac{Cp4}{2}\right) C_{all}\right)} \\
X3_i &= \frac{Q_{tot,i} - VcmC_{int}}{\left(C_{all} + \left(\frac{Cp3}{2} + \frac{Cp4}{2}\right)\right)}
\end{aligned}$$

[0076] 同様に、 $X4_i$ についても、

[0077]

[数26]

$$\begin{aligned}
X4_i &= \frac{Q_{tot,i} - X3_i \frac{Cp3}{2} + VcmC_{int}}{\left(C_{all} + \frac{Cp4}{2}\right)} \\
\left(C_{all} + \frac{Cp4}{2}\right) X4_i &= Q_{tot,i} - X3_i \frac{Cp3}{2} + VcmC_{int} \\
\left(C_{all} + \frac{Cp4}{2}\right) X4_i &= Q_{tot,i} - \left(\frac{Q_{tot,i} - X4_i \frac{Cp4}{2} + VcmC_{int}}{\left(C_{all} + \frac{Cp3}{2}\right)} \right) \frac{Cp3}{2} + VcmC_{int} \\
\left(C_{all} + \frac{Cp4}{2}\right) \left(C_{all} + \frac{Cp3}{2}\right) X4_i &= \left(C_{all} + \frac{Cp3}{2}\right) Q_{tot,i} - \left(Q_{tot,i} + \left(-X4_i \frac{Cp4}{2} + VcmC_{int} \right) \right) \frac{Cp3}{2} + VcmC_{int} \left(C_{all} + \frac{Cp3}{2}\right) \\
\left(C_{all} + \frac{Cp4}{2}\right) \left(C_{all} + \frac{Cp3}{2}\right) X4_i &= C_{all} Q_{tot,i} + \left(X4_i \frac{Cp4}{2} - VcmC_{int} \right) \frac{Cp3}{2} + VcmC_{int} \left(C_{all} + \frac{Cp3}{2}\right) \\
\left(C_{all} + \frac{Cp4}{2}\right) \left(C_{all} + \frac{Cp3}{2}\right) X4_i - \frac{Cp3}{2} \frac{Cp4}{2} X4_i &= C_{all} Q_{tot,i} + VcmC_{int} C_{all} \\
\left(C_{all}^2 + \left(\frac{Cp3}{2} + \frac{Cp4}{2} \right) C_{all} \right) X4_i &= C_{all} Q_{tot,i} - VcmC_{int} C_{all} \\
X4_i &= \frac{C_{all} Q_{tot,i} - VcmC_{int} C_{all}}{\left(C_{all}^2 + \left(\frac{Cp3}{2} + \frac{Cp4}{2} \right) C_{all} \right)} \\
X4_i &= \frac{Q_{tot,i} - VcmC_{int}}{\left(C_{all} + \left(\frac{Cp3}{2} + \frac{Cp4}{2} \right) \right)}
\end{aligned}$$

[0078] にて与えられる。

[0079] 前記 $X3_i$ 、 $X4_i$ が出力信号 $Y34_i$ に与える影響を考える。出力信号 $Y34_i$ は、

[0080] [数27]

$$\begin{aligned}
Y34_i = Y3_i - Y4_i &= \frac{V_{drive}}{C_{int}} [D_{i1}(C_{31} - C_{41}) + D_{i2}(C_{32} - C_{42}) + D_{i3}(C_{33} - C_{43}) + D_{i4}(C_{34} - C_{44})] + X3_i \frac{Cp3}{C_{int}} - X4_i \frac{Cp4}{C_{int}} \\
&= \frac{V_{drive}}{C_{int}} [D_{i1}(C_{31} - C_{41}) + D_{i2}(C_{32} - C_{42}) + D_{i3}(C_{33} - C_{43}) + D_{i4}(C_{34} - C_{44})] + \frac{Q_{tot,i} - VcmC_{int}}{\left(C_{all} + \frac{Cp3}{2} + \frac{Cp4}{2} \right) C_{int}} (Cp3 - Cp4)
\end{aligned}$$

[0081] で与えられる。

[0082] ここで、各静電容量 $C31 \sim C44$ の静電容量値 $C_{31} \sim C_{44}$ は全て同じ静電容量値 C_x であると仮定した場合、

[0083]

[数28]

$$\begin{aligned} Q_{tot,i} &= -\frac{V_{drive}}{2} [D_{i1}(C_{31}+C_{41})+D_{i2}(C_{32}+C_{42})+D_{i3}(C_{33}+C_{43})+D_{i4}(C_{34}+C_{44})] \\ &= -V_{drive} C_x [D_{i1}+D_{i2}+D_{i3}+D_{i4}] \end{aligned}$$

$$C_{all} \approx C_{31}+C_{32}+C_{33}+C_{34}+C_{int} = 4C_x + C_{int}$$

$$\begin{aligned} Y_{34,i} &= \frac{Q_{tot,i} - V_{cm}C_{int}}{\left(C_{all} + \frac{Cp3}{2} + \frac{Cp4}{2}\right)C_{int}} (Cp3 - Cp4) \\ &= \frac{-V_{drive} C_x [D_{i1}+D_{i2}+D_{i3}+D_{i4}] - V_{cm}C_{int}}{\left(4C_x + C_{int} + \frac{Cp3}{2} + \frac{Cp4}{2}\right)C_{int}} (Cp3 - Cp4) \end{aligned}$$

[0084] となる。ここで、 V_{drive} 、 V_{cm} は固定値であり、容量も固定値であるとする、上式においてドライバラインを駆動する信号に応じて変化する成分は、

[0085] [数29]

$$\frac{-V_{drive} C_x}{\left(4C_x + C_{int} + \frac{Cp3}{2} + \frac{Cp4}{2}\right)C_{int}} (Cp3 - Cp4)(D_{i1}+D_{i2}+D_{i3}+D_{i4})$$

[0086] であり、寄生容量 $Cp3$ と寄生容量 $Cp4$ との差 $Cp3 - Cp4$ を符号系列の和 $(D_{i1}+D_{i2}+D_{i3}+D_{i4})$ で駆動した信号に比例する信号となる。すなわち、寄生容量に差がある場合 $(Cp3 - Cp4 \neq 0)$ 、駆動パターンの合計値（ここでは、「 $D_{i1}+D_{i2}+D_{i3}+D_{i4}$ 」）によって生じる電荷が差動増幅器112の積分容量 C_{int} に混入し、各静電容量値 $C_{31} \sim C_{34}$ 、 $C_{41} \sim C_{44}$ の推定が不正確になるという問題が生じる。

[0087] このため、特許文献1に記載の技術では、タッチパネルコントローラを良好に動作させることが困難になってしまう。

[0088] 本発明は、上記従来の問題点に鑑みなされたものであって、その目的は、セン斯拉インに存在する寄生容量の影響を補正して、静電容量値の推定をより正確に行うことのできるタッチパネルコントローラ及び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

[0089] 本発明の一態様におけるタッチパネルコントローラは、センスラインとK本のドライブライン（Kは2以上の整数）との間にそれぞれ形成されたK個の静電容量を有するタッチパネルに被検出体がタッチしたときの前記静電容量の変化によりタッチ位置を求めるタッチパネルコントローラにおいて、前記ドライブラインを駆動し、各静電容量に蓄積される電荷に基づく線形和信号を前記センスラインから出力させる駆動部と、前記センスラインに存在する寄生容量が前記線形和信号に与える影響を補正する補正部とが設けられていることを特徴としている。

[0090] 本発明の一態様における電子機器は、前記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前記タッチパネルとを備えていることを特徴としている。

発明の効果

[0091] 本発明の一態様によれば、センスラインに存在する寄生容量の影響を補正して、静電容量値の推定をより正確に行うことのできるタッチパネルコントローラ及び電子機器を提供するという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0092] [図1]本発明の実施形態1におけるタッチパネル装置を示すものであって、動作説明のための簡易モデルの構成を示すブロック図である。

[図2]上記タッチパネル装置の全体構成を示すブロック図である。

[図3]上記タッチパネル装置を駆動するためのM系列からなる符号系列を示す図である。

[図4]本発明の実施形態2における電子機器としての携帯電話機の構成を示すブロック図である。

[図5]（a）は本発明の実施例1におけるタッチパネル装置を示すものであって、タッチ入力がない場合の差動増幅器における出力信号Y1，Y2を示す波形図であり、（b）はタッチ入力がない場合の差動増幅器における入力信号X1，X2を示す波形図であり、（c）はクロック信号を示す波形図である。

[図6]上記実施例1におけるタッチパネル装置のタッチ入力がない場合の静電容量値を示すものであって、補正処理した場合の静電容量値と補正処理しない場合の静電容量値とを比較して示すグラフである。

[図7](a)は本発明の実施例2におけるタッチパネル装置を示すものであって、タッチ入力がある場合の差動増幅器における出力信号Y1, Y2を示す波形図であり、(b)はタッチ入力がある場合の差動増幅器における入力信号X1, X2を示す波形図であり、(c)はクロック信号を示す波形図である。

[図8]上記実施例1におけるタッチパネル装置のタッチ入力がある場合の静電容量値を示すものであって、補正処理した場合の静電容量値と補正処理しない場合の静電容量値とを比較して示すグラフである。

[図9]従来のタッチパネルシステムの構成を示すブロック図である。

[図10]上記従来のタッチパネルシステムを駆動するためのM系列からなる符号系列を示す図である。

発明を実施するための形態

[0093] [実施の形態1]

本発明の一実施形態について図1～図3に基づいて説明すれば、以下のとおりである。ただし、この実施形態に記載されている構成は、特に特定の記載がない限り、この発明の範囲をそのみに限定する趣旨ではなく、単なる説明例に過ぎない。

[0094] [タッチパネル装置の構成]

本実施の形態のタッチパネル装置1の構成を、図2に基づいて説明する。図2は、本実施の形態のタッチパネル装置1を示す構成図である。

[0095] 本実施の形態のタッチパネル装置1は、図2に示すように、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2は、K本のドライブラインDL₁～DL_Kと、L本のセンスラインSL₁～SL_Lとを有している。ドライブラインDL₁～DL_KとセンスラインSL₁～SL_Lとが交差する位置には、静電容量C_{1, 1}～C_{L, K}が形成されている。尚、静電

容量 $C_{1,1} \sim C_{L,K}$ の各静電容量値は、それぞれ $C_{1,1} \sim C_{L,K}$ であるとする。

[0096] 上記センスライン $SL_1 \sim SL_L$ は、各差動増幅器OPに接続されている。差動増幅器OPの出力信号は、AD変換部21によってデジタル信号に変換された後に、信号処理部22を経て内積演算部23に入力される。内積演算部23の出力信号は補正処理部24に入力され、補正処理部24の出力が静電容量の推定値となる。また、各ドライブライン $DL_1 \sim DL_K$ は駆動部10に接続されている。

[0097] 本実施の形態の差動増幅器OPは、差動入力ー差動出力の差動増幅器からなっており、それぞれの入力ー出力端子間に積分容量 C_{int} を設置している。差動増幅器OPの入力端子はそれぞれ、例えばセンスライン SL_1, SL_2 と接続される。差動増幅器OPの出力信号をそれぞれ、 Y_1, Y_2 とする。AD変換部21は、差動増幅器OPの出力信号の差 $Y_1 - Y_2$ をデジタル値に変換する。

[0098] 上記構成を有するタッチパネル装置1における駆動部10、信号処理部22、内積演算部23及び補正処理部24の動作を説明する。

[0099] 本実施の形態のタッチパネル装置1では、駆動部10によってドライブライン $DL_1 \sim DL_K$ が駆動され、これによって、センスライン $SL_1 \sim SL_L$ から静電容量 $C_{1,1} \sim C_{1,K} \sim C_{L,1} \sim C_{L,K}$ にそれぞれ蓄積された電荷に基づく線形和信号が出力される。

[0100] 駆動部10には互いに相関の低い符号系列 $D_1 \sim D_K$ が与えられ、駆動部10は、符号が「1」の場合は対応するドライブラインに電圧「 V_{drive} 」を印加し、符号が「-1」の場合は対応するドライブラインに電圧「 $-V_{drive}$ 」を印加する。

[0101] 信号処理部22は、デジタル変換された差動増幅器OPからの線形和信号を符号系列 $D_1 \sim D_K$ の1周期間加算する。

[0102] 内積演算部23は、デジタル変換された差動増幅器OPからの線形和信号と符号系列 $D_1 \sim D_K$ との内積を計算する。

[0103] 補正処理部24では、内積演算部23にて得られた静電容量値の推定値から、符号系列 $D_1 \sim D_K$ の1周期間における差動増幅器OPの出力信号を加算した信号Sに、符号系列 $D_1 \sim D_K$ の個数Nとドライブライン数Kとから計算される係数を乗算した信号を減算する。

[0104] 上記構成のタッチパネル装置1においては、駆動部10が、タッチパネル2上の複数本のドライブラインを駆動し、該複数本のドライブラインに交差する複数本のセンスラインとの各交差点にそれぞれ形成された静電容量に蓄積される電荷に基づく線形和信号を該センスラインから出力させる。これにより、タッチパネルコントローラ3は、各交差点にそれぞれ形成された静電容量の静電容量値を推定し、被検出体としての指又はタッチペンをタッチパネル2にタッチしたときの上記静電容量に蓄積される電荷の変化によりタッチ位置を求めるようになっている。

[0105] [タッチパネルコントローラの静電容量値の推定動作]

上記構成のタッチパネルコントローラ3の動作を図1に基づいて、以下に説明する。図1は、タッチパネルコントローラ3の動作を簡単にするために、一つの差動増幅器OPに接続される2本のセンスラインと、該2本のセンスラインと交差する18本のドライブラインを持つタッチパネル装置1の一例のタッチパネル装置1Aの構成を示すブロック図である。

[0106] タッチパネル装置1Aは、図1に示すように、2本のセンスライン SL_1, SL_2 ($L=2$) と、18本のドライブライン $DL_1, DL_2 \dots DL_{18}$ ($K=18$) とを有している。

[0107] 上記タッチパネル装置1Aのタッチパネルコントローラ3では、駆動部10は、ドライブライン $DL_1, DL_2, \dots, DL_{18}$ を、それぞれのドライブライン $DL_1, DL_2, \dots, DL_{18}$ に与えられる18個の系列長N (N は $N \geq K$ を満たす整数)の符号系列 $D_1 \sim D_{18}$ にて並列駆動する。符号系列 $D_1 \sim D_{18}$ は、図3に示すように、系列長 $N=63$ の2進疑似乱数列であるM系列(M-sequence)をビットシフトして生成される符号系列を用いる。

[0108] 具体的には、符号系列 $D_{1,1} \sim D_{18,1}, \dots, D_{1,63} \sim D_{18,63}$ は、クロッ

ク毎にビットシフトして値を変化させる。1クロックでは、 $D_{1,1} \sim D_{18,1}$ によりドライブライン $DL_1, DL_2, \dots, DL_{18}$ を駆動する。そして、2クロックでは、 $D_{1,2} \sim D_{18,2}$ により前記ドライブラインを駆動する。次に、3クロックでは、 $D_{1,3} \sim D_{18,3}$ により前記ドライブラインを駆動する。以下同様に、63クロックでは、 $D_{1,63} \sim D_{18,63}$ により前記ドライブラインを駆動する。次に、再び1クロックで、 $D_{1,1} \sim D_{18,1}$ により前記ドライブラインを駆動する。このようにして、符号系列 $D_1 \sim D_{18}$ は、63クロック毎に同じ値を繰り返す。また、クロック信号は、1MHzとする。符号系列 $D_1 \sim D_{18}$ の要素つまり各符号 $D_{1,1} \sim D_{18,63}$ は、「1」及び「-1」のいずれかである。

[0109] また、駆動部10は、図1に示すように、符号系列 $D_1 \sim D_{18}$ の要素が「1」である場合には電圧「Vdrive」を印加し、符号系列 $D_1 \sim D_{18}$ の要素が「-1」である場合には電圧「-Vdrive」を印加する。電圧「Vdrive」は、例えば電源電圧VDDを用いる。また、参照電圧等の電源電圧以外の電圧であってもよい。

[0110] 上記タッチパネル装置1Aは、センスライン SL_1, SL_2 に接続された1個の差動増幅器OPを有している。差動増幅器OPは、駆動部10がドライブライン $DL_1 \sim DL_{18}$ を駆動したときに、センスライン SL_1, SL_2 から出力される各静電容量 $C_{1,1} \sim C_{1,18}, C_{2,1} \sim C_{2,18}$ にそれぞれ蓄積された基づく線形和信号 X_1, X_2 を受け取り、その差を増幅する。

[0111] 例えば、駆動部10は、ドライブライン $DL_1 \sim DL_{18}$ への系列長63の符号系列 $D_{1,1} \sim D_{18,1}, \dots, D_{1,63} \sim D_{18,63}$ における、第iクロックの符号系列 $D_{1,i} \sim D_{18,i}$ ($1 \leq i \leq 63$) による63回の駆動において、電圧「Vdrive」又は電圧「-Vdrive」のいずれかを印加する。このとき、センスライン SL_1, SL_2 に接続されている差動増幅器OPが出力する線形和信号 Y_i である出力 $Y_{1,i} - Y_{2,i}$ は、下式(1)

[0112] [数30]

$$Y_i = Y_{1,i} - Y_{2,i} = \frac{V_{drive}}{C_{int}} \left[\sum_{j=1}^K D_{ij} (C_{1j} - C_{2j}) \right] \quad \dots \text{式(1)}$$

[0113] にて与えられる。尚、差動増幅器OPが出力する線形和信号 Y_i を $Y_{1i} - Y_{2i}$ にて与える。

[0114] ここで、センスライン SL_1 の各静電容量値 $C_{1,1} \sim C_{1,18}$ 及びセンスライン SL_2 の各静電容量値 $C_{2,1} \sim C_{2,18}$ は、差動増幅器OPが出力する線形和信号「 $Y_i = Y_{1i} - Y_{2i}$ ($1 \leq i \leq 63$)」と18個の系列長63の符号系列 $D_{i,1} \sim D_{i,18}$ との内積演算を実行することにより推定することができる。

[0115] 例えば、ドライブライン DL_1 の駆動に用いた符号系列「 $D_{i,1}$ 」を用いて、静電容量 $C_{1,1} - C_{2,1}$ の静電容量値 $C_{1,1-2,1}$ を推定する場合、下式(2)で表される。

[0116] [数31]

$$\begin{aligned} C_{11-21} &= \sum_{i=1}^N Y_i D_{i1} \\ &= \sum_{j=1}^N \frac{V_{drive}}{C_{int}} \left[\sum_{j=1}^K D_{ij} (C_{1j} - C_{2j}) \right] D_{i1} \quad \dots \text{式(2)} \\ &= \frac{V_{drive} N}{C_{int}} (C_{11} - C_{21}) + \frac{V_{drive}}{C_{int}} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^K D_{ij} D_{i1} (C_{1j} - C_{2j}) \end{aligned}$$

[0117] ここで、M系列は、同じ系列同士の内積は系列長と同じ値をとり、異なる系列同士の内積は-1の値をとることが知られている。したがって、上式(2)は、

[0118] [数32]

$$C_{11-21} = \frac{V_{drive} N}{C_{int}} (C_{11} - C_{21}) \quad \dots \text{式(3)}$$

[0119] と簡略化でき、静電容量 $C_{1,1} - C_{2,1}$ の静電容量値 $C_{1,1-2,1}$ を推定することができる。尚、式(3)では、式(2)の右辺第2項を省略している。

[0120] [補正処理部の動作]

しかしながら、本実施の形態のタッチパネル装置1Aでは、差動増幅器OPの入力に、図1に示すような寄生容量 $C_{p1} \sim C_{p2}$ が付き、この寄生容量 C_{p1} 、 C_{p2} の影響で、各静電容量値 $C_{1,1} \sim C_{2,18}$ の推定値に誤りが

生じる場合がある。寄生容量 C_{p1} はセンスライン SL_1 とグランドとの間の容量であるとする。また、寄生容量 C_{p2} はセンスライン SL_2 とグランドとの間の容量であるとする。これら寄生容量 C_{p1} 、 C_{p2} はそれぞれ、センスライン $SL_1 \sim SL_2$ から静電容量 $C_{1,1} \sim C_{1,18} \sim C_{2,1} \sim C_{2,18}$ に蓄積された電荷に基づく線形和信号（差動増幅器OPへの入力信号 X_1 、 X_2 ）に影響する。

[0121] すなわち、寄生容量は、信号配線が物理的な形状を持っているために発生する。信号配線は、通常ある一定の幅を持った金属で構成され、これは周辺にある何らかの導体との間に容量を形成する。通常、電気回路では、導体は接地されていることが多いので信号線とグランドとの間の寄生容量が図らずとも形成される。

[0122] ここで、寄生容量 C_{p1} 、 C_{p2} に差がある場合、駆動パターンの合計値によって乗じる電荷が差動増幅器OPの積分容量 C_{int} に混入し、静電容量 $C_{1,1} \sim C_{2,1}$ の静電容量値 $C_{1,1} - C_{2,1}$ の推定が不正確になるという問題がある。

[0123] そこで、本実施の形態のタッチパネル装置1Aのタッチパネルコントローラ3では、各センスライン SL_1 、 SL_2 に存在する寄生容量 C_{p1} 、 C_{p2} が静電容量 $C_{1,1} \sim C_{2,1}$ の電荷の変化に与える影響を補正する補正部としての補正処理部24が設けられている。

[0124] これにより、センスライン SL_1 、 SL_2 に存在する寄生容量 C_{p1} 、 C_{p2} の影響を補正して、静電容量値の推定をより正確に行うことのできるタッチパネルコントローラ3を提供するものとなっている。

[0125] 上記補正処理部24の具体的な処理について、以下に説明する。

[0126] まず、 i 回目の駆動時に差動増幅器OPが出力する線形和信号 Y_i は、前述したように、符号系列 D_i の合計値で与えられるため、差動増幅器OPの寄生容量 C_{p1} 、 C_{p2} の差に起因する係数を a とすると、

[0127] [数33]

$$Y_i = \frac{V_{drive}}{C_{int}} \left(\sum_{j=1}^K D_{ij} (C_{1j} - C_{2j}) \right) + a \sum_{j=1}^K D_{ij} \quad \dots \text{式(4)}$$

[0128] で与えられる。

[0129] この線形和信号 Y_i とドライバライン DL_1 の駆動に用いた符号系列 $D_{i,1}$ との内積演算を実行することにより静電容量値を推定することができる。ここで、 $1 \leq i \leq N = 63$ である。

[0130] 例えば、静電容量 $C_{1,1} - C_{2,1}$ の静電容量値 $C_{1,1-2,1}$ は、

[0131] [数34]

$$\begin{aligned} C_{11-21} &= \sum_{i=1}^N Y_i D_{i1} \\ &= \sum_{i=1}^N \frac{V_{drive}}{C_{int}} \left(\sum_{j=1}^K D_{ij} (C_{1j} - C_{2j}) \right) D_{i1} + \sum_{i=1}^N a \left(\sum_{j=1}^K D_{ij} \right) D_{i1} \quad \dots \text{式(5)} \\ &= \frac{V_{drive} N}{C_{int}} (C_{11} - C_{21}) + \frac{V_{drive}}{C_{int}} \sum_{i=1}^N \sum_{j \neq 1}^K D_{ij} D_{i1} (C_{1j} - C_{2j}) + aN + a \sum_{i=1}^N \sum_{j \neq 1}^K D_{ij} D_{i1} \end{aligned}$$

[0132] にて推定される。

[0133] ここで、前述したように、符号系列 D_i として M 系列を使用する場合、 M 系列は、同じ系列同士の内積は系列長と同じ値をとり、異なる系列同士の内積は -1 の値をとることから、式 (5) は、

[0134] [数35]

$$C_{11-21} = \frac{V_{drive} N}{C_{int}} (C_{11} - C_{21}) - \frac{V_{drive}}{C_{int}} \sum_{j \neq 1}^K (C_{1j} - C_{2j}) + a(N - K + 1) \quad \dots \text{式(6)}$$

[0135] となる。

[0136] 式 (6) において、第 1 項以外は誤り成分となる。

[0137] ここで、本実施の形態の補正処理部 24 では、 N 回の駆動で得られる線形和信号 Y_i を全て加算した信号 S を用いて補正を行う。信号 S は下記の、

[0138] [数36]

$$\begin{aligned} S &= \sum_{i=1}^N Y_i \\ &= \sum_{i=1}^N \left(\frac{V_{drive}}{C_{int}} \left(\sum_{j=1}^K D_{ij} (C_{1j} - C_{2j}) \right) + a \sum_{j=1}^K D_{ij} \right) \quad \dots \text{式(7)} \\ &= \frac{V_{drive}}{C_{int}} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^K D_{ij} (C_{1j} - C_{2j}) + a \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^K D_{ij} \end{aligned}$$

[0139] から得られる。

[0140] ここで、符号系列 D_i を M 系列とすると、1 つの M 系列の N 個の要素を全

て加算した結果は 1 となるため、式 (7) は、

[0141] [数37]

$$\begin{aligned} S &= \frac{V_{drive}}{C_{int}} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^K D_{ij} (C_{1j} - C_{2j}) + a \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^K D_{ij} \\ &= \frac{V_{drive}}{C_{int}} \sum_{j=1}^K (C_{1j} - C_{2j}) + aK \end{aligned} \quad \dots \text{式(8)}$$

[0142] となる。

[0143] ここで、静電容量 $C_{1,1} - C_{2,1}$ の静電容量値 $C_{1,1} - C_{2,1}$ を推定する上記式 (6) の第 2 項が支配的な場合、つまり a が小さくて「 $a * (N - M + 1)$ 」が小さい場合を考えると、式 (6) は、

[0144] [数38]

$$C_{11-21} = \frac{V_{drive} N}{C_{int}} (C_{11} - C_{21}) - \frac{V_{drive}}{C_{int}} \sum_{j=1}^K (C_{1j} - C_{2j}) \quad \dots \text{式(9)}$$

[0145] となる。

[0146] ここで、上式 (9) に上記式 (7) に示す S を加算すると、

[0147] [数39]

$$\begin{aligned} C_{11-21} + S &\approx \frac{V_{drive} N}{C_{int}} (C_{11} - C_{21}) - \frac{V_{drive}}{C_{int}} \sum_{j=1}^K (C_{1j} - C_{2j}) + \frac{V_{drive}}{C_{int}} \sum_{j=1}^K (C_{1j} - C_{2j}) \\ &= \frac{V_{drive} (N+1)}{C_{int}} (C_{11} - C_{21}) \end{aligned} \quad \dots \text{式(10)}$$

[0148] となり、静電容量 $C_{1,1} - C_{2,1}$ の静電容量値 $C_{1,1} - C_{2,1}$ 以外の容量に起因する成分の影響を軽減することができる。

[0149] 次に、静電容量 $C_{1,1} - C_{2,1}$ の静電容量値 $C_{1,1} - C_{2,1}$ を推定する上記式 (6) の第三項が支配的な場合を考えると、式 (6) は、

[0150] [数40]

$$C_{11-21} = \frac{V_{drive} N}{C_{int}} (C_{11} - C_{21}) + a(N - K + 1) \quad \dots \text{式(11)}$$

[0151] となる。

[0152] ここで、上式 (11) に $-(N - M + 1) S / M$ を加算すると、

[0153]

[数41]

$$C_{11-21} - \frac{(N-K+1)}{K} S \approx \frac{V_{drive} N}{C_{int}} (C_{11} - C_{21}) + a(N-K+1)a(N-K+1) \quad \dots \text{式(12)}$$

$$= \frac{V_{drive} N}{C_{int}} (C_{11} - C_{21})$$

[0154] となり、静電容量 $C_{1,1} - C_{2,1}$ の静電容量値 $C_{1,1} - C_{2,1}$ 以外の容量に起因する成分の影響を軽減することができる。

[0155] このように、本実施の形態のタッチパネルコントローラ 3 は、N 個の線形和信号を加算して得られる値に基づく信号 S を用いて、補正処理部 24 にて、推定した静電容量値を補正する。これにより、実際の静電容量値と推定した静電容量値との誤差を低減することができる。これによって、本実施の形態のタッチパネルコントローラ 3 は、静電容量値の推定をより正確に行うことができる。

[0156] 尚、後述する図 8 に示すように、本実施の形態のタッチパネルコントローラ 3 では、ある点（図 8 に示す例では、 $C_{1,11} - C_{2,11}$ に対応する点）にタッチ入力が存在すると、式（6）における第 2 項及び第 3 項の影響により、同じセンスライン上に存在する他の点も反応してしまう。図 8 に示す例では、本来 0 pF であるべき他の点の容量推定値が約 0.06 pF に反応してしまっている。この他の点の反応は、AD 変換部 21 の出力信号から推定可能であるので、推定した信号を同じセンスライン上に存在する全部の点から減算する。この減算を行った結果が、図 8 に示す「補正あり」の内容である。当該補正により、他の点の容量推定値が約 0.06 pF から約 0 pF に補正することができる。

[0157] このように、本実施の形態のタッチパネルコントローラ 3 では、被検出体をタッチパネル 2 にタッチしたときの、タッチパネル 2 上の複数本のドライブラインと複数本のセンスラインとの各交差点にそれぞれ形成された静電容量の変化によりタッチ位置を求める。

[0158] ところで、この種のタッチパネルコントローラ 3 では、例えば各センスラインに互いに異なる寄生容量が付き、この寄生容量の影響で、各静電容量値

の推定値に誤りが生じる場合がある。

[0159] そこで、本実施の形態では、複数本のドライブラインを駆動し、複数本のセンスラインとの各交差点にそれぞれ形成された静電容量に蓄積される電荷に基づく線形和信号を該センスラインから出力させる駆動部10と、センスライン毎に存在する寄生容量が上記静電容量の変化に与える影響を補正する補正処理部24とが設けられている。このため、補正処理部24により寄生容量が略無いものとした各静電容量値の推定値が得られる。

[0160] したがって、センスラインに存在する寄生容量の影響を補正して、静電容量値の推定をより正確に行うことのできるタッチパネルコントローラ3を提供することができる。

[0161] また、本実施の形態におけるタッチパネル装置1Aのタッチパネルコントローラ3では、駆動部10は、18本のドライブライン $DL_1 \sim DL_{18}$ を、それぞれのドライブライン $DL_1 \sim DL_{18}$ に与えられる18個の系列長63の符号系列にて並列駆動し、かつ上記18本のドライブライン $DL_1 \sim DL_{18}$ と1本のセンスライン SL_1 との18個の各交差点における静電容量に蓄積された電荷に基づく63個の線形和信号を該センスライン SL_1 から出力させると共に、上記センスライン SL_1 から出力された63個の線形和信号と18個の系列長63の符号系列 $D_{i,1}$ との内積により上記18個の各交差点の静電容量値を推定する内積演算部23が設けられ、補正処理部24は、推定された18個の各交差点の静電容量値に対して、上記63個の線形和信号を加算して得られる値に基づく信号Sに重みを付加して加算することにより、上記推定された18個の各交差点の静電容量値を補正する。

[0162] これにより、補正処理部24においては、N個の線形和信号を加算して得られる値に基づく信号Sを用いて、該信号Sに重みを付加して加算することにより、推定した静電容量値を補正する。この結果、実際の静電容量値と推定した静電容量値との誤差を低減することができる。

[0163] したがって、タッチパネルコントローラ3は、静電容量値の推定をより正確に行うことができる。

[0164] また、本実施の形態におけるタッチパネルコントローラ 3 では、補正処理部 24 は、N 個の線形和信号を加算して得られる値に基づく信号 S に、ドライブラインの本数 K 又は符号系列の系列長 N の変化に応じた重みを付加する。

[0165] 具体的には、補正処理部 24 は、N 個の線形和信号を加算して得られる値に基づく信号 S に、ドライブラインの本数 K 又は符号系列の系列長 N の変化に応じた重みとして、例えば、「 $-(N-K+1)/K$ 」を付加して加算する。

[0166] これにより、ドライブラインの本数 K 又は符号系列の系列長 N の変化に応じた寄生容量の影響を補正することが可能となる。

[0167] また、本実施の形態におけるタッチパネルコントローラ 3 では、各センスラインからの線形和信号をそれぞれ増幅する増幅器としての差動増幅器 OP が該センスラインに設けられている。

[0168] すなわち、各センスラインに互いに異なる寄生容量 C_{p1} 、 C_{p2} が付くと、この寄生容量 C_{p1} 、 C_{p2} の電荷に基づく信号が差動増幅器 OP に入力されるので、差動増幅器 OP の出力に影響を及ぼし、各静電容量値の推定値に誤りが生じることを招来する。

[0169] したがって、上記誤りを補正することにより、差動増幅器 OP がセンスラインに設けられている場合に、静電容量値の推定をより正確に行うことができる。

[0170] 尚、本発明は、上記の実施の形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内で種々の変更が可能である。例えば、上記実施の形態では、補正処理部 24 にて用いる係数として、符号系列の系列長 N とドライブライン数 K とから計算される係数を用いたが、タッチ入力に応じて寄生容量値が変化する場合によっては、係数を変えてもよい。

[0171] すなわち、通常、タッチ入力は接地されていると見做せるため、タッチ入力によってセンスラインとグランドとの間の寄生容量が変化する場合がある。

[0172] また、本実施の形態では、増幅器として差動増幅器OPを用いたが、シングルエンドの増幅器を用いることも可能である。

[0173] さらに、本実施の形態では、符号系列としてM系列(M-sequence)を用いたが、必ずしもこれに限らず、ウォルシュ符号やアダマール符号、Gold系列等の他の符号系列を用いることが可能である。

[0174] [実施の形態2]

本発明の他の実施の形態について図4に基づいて説明すれば、以下のとおりである。尚、本実施の形態において説明すること以外の構成は、前記実施の形態1と同じである。また、説明の便宜上、前記の実施の形態1の図面に示した部材と同一の機能を有する部材については、同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0175] 本実施の形態では、タッチパネル装置1・1Aが電子機器としての携帯電話機に搭載されている場合について、図4に基づいて説明する。図4は、携帯電話機の構成を示すブロック図である。

[0176] 本実施の形態の携帯電話機60は、図4に示すように、タッチパネル装置1・1Aと、表示パネル61と、操作キー62と、スピーカ63と、マイクロフォン64と、カメラ65と、CPU66と、ROM67と、RAM68と、表示制御回路69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。

[0177] タッチパネル装置1・1Aは、前述したように、タッチパネル2と静電容量又は静電容量差を検出するタッチパネルコントローラ3と被検出体としてのスタイラスペン4とを有している。尚、被検出体は必ずしもスタイラスペン4に限らず、指でもよい。

[0178] 表示パネル61は、表示制御回路69により、ROM67、RAM68に格納されている画像を表示する。また、表示パネル61は、タッチパネル2に重ねられているか、又はタッチパネル2を内蔵している。

[0179] 操作キー62は、携帯電話機60のユーザによる指示の入力を受ける。

[0180] スピーカ63は、例えば、RAM68に記憶された音楽データ等に基づく

音を出力する。

[0181] マイクロフォン 64 は、ユーザの音声の入力を受付ける。携帯電話機 60 は、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 60 は、通信相手（例えば、他の携帯電話機）にデジタル化した音声を送る。

[0182] カメラ 65 は、ユーザの操作キー 62 の操作に応じて、被写体を撮影する。尚、撮影された被写体の画像データは、RAM 68 や外部メモリ（例えばメモリカード）に格納される。

[0183] CPU 66 は、タッチパネル装置 1・1A 及び携帯電話機 60 の動作を制御する。この CPU 66 は、例えば ROM 67 に格納されたプログラムを実行する。

[0184] ROM 67 は、データを不揮発的に格納する。また、ROM 67 は、EPROM (Erasable Programmable Read-Only Memory) やフラッシュメモリ等の書込み及び消去が可能な ROM である。尚、図 4 には示していないが、携帯電話機 60 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。

[0185] RAM 68 は、CPU 66 によるプログラムの実行により生成されたデータ、又は操作キー 62 を介して入力されたデータを揮発的に格納する。

[0186] このように、本実施の形態における電子機器としての携帯電話機 60 は、タッチパネル装置 1・1A を備えている。これによって、静電容量の推定をより正確に行うことができるため、タッチパネルコントローラ 3 を良好に動作させることが可能となる。したがって、携帯電話機 60 は、ユーザによるタッチ操作をより正確に認識することができるため、ユーザが所望する処理をより正確に実行することができる。

実施例

[0187] [実施例 1]

本実施例では、実施の形態 1 のタッチパネル装置 1A を用いて、差動増幅器 OP の入力に、図 1 に示すような寄生容量 $C_{p1} \sim C_{p2}$ が付いている場

合の補正処理部24による補正の効果を検証する実験を行ったので以下に説明する。

[0188] まず、本実施例では、実施の形態1のタッチパネル装置1Aを用いて、補正処理部24による補正の効果を検証した。

[0189] 検証のための条件は、ドライブラインとセンスラインの交差する位置に配置される静電容量 $C_{1,1} \sim C_{2,18}$ は、全て2.2 pFの静電容量を持つとした。また、差動増幅器OPの積分容量 C_{int} は8 pFとした。さらに、タッチ入力がある場合、静電容量 $C_{1,1} \sim C_{2,18}$ の静電容量値が0.2 pF小さくなるとした。

[0190] また、センスライン SL_1 の寄生容量 C_{p1} は8 pFであり、センスライン SL_2 の寄生容量 C_{p2} は12 pFとした。符号系列 $D_1 \sim D_{18}$ は系列長 $N=63$ のM系列とした。符号系列 $D_1 \sim D_{18}$ はクロック毎に値を変化させ、63クロック毎に同じ値を繰り返す。さらに、1 MHzのクロック信号を使用する。電源電圧 V_{DD} を3.3 Vとし、コモンモード電圧 V_{cm} を1.65 Vとする。符号系列が「1」の場合にドライブラインに与える電圧を $V_{DD}/2 + V_{cm} = 3.3$ Vとし、符号系列が「-1」の場合にドライブラインに与える電圧を $-V_{DD}/2 + V_{cm} = 0$ Vとした。

[0191] 上記の条件にて実験を行ったときの、クロック信号 Φ_1 と、タッチ入力がない場合の差動増幅器OPの入力信号 X_1 , X_2 、及び差動増幅器OPの出力信号 Y_1 , Y_2 の波形例を図5(a)(b)(c)に示す。図5(a)(b)(c)においては、縦軸は電圧を示し、横軸は時間を示している。すなわち、図5(c)に示すように、1 MHzのクロック信号 Φ_1 において、符号系列が「1」の場合にドライブラインに与える電圧が $V_{DD}/2 + V_{cm} = 3.3$ Vとなっている。このとき、タッチ入力がない場合の差動増幅器OPの入力信号 X_1 , X_2 は、図5(b)にて示される。また、差動増幅器OPの出力信号 Y_1 , Y_2 は、図5(a)にて示される。図5(a)において、パルスが発生している個所は、式(1)及び式(4)にて記載される信号が大きいということを示している。また、図5(b)において、パルスが発

生している個所は、〔数 19〕にて記載される信号が大きいということを示している。

[0192] 上記の条件において、補正処理部 24 にて補正処理をしない場合とした場合の違いについて、図 6 に基づいて説明する。図 6 は、内積演算部 23 にて推定された静電容量値と補正処理部 24 にて補正処理を行った場合の静電容量値の推定値を示すグラフである。

[0193] すなわち、本実施例での補正処理部 24 による補正処理は、式 (12) にて示したように、内積演算部 23 で得られた静電容量値の推定値から、符号系列 1 周期間において差動増幅器 OP から出力される線形和信号を加算した信号 S に $(N - K + 1) / K = (63 - 18 + 1) / 18$ を乗算した信号を減算することによって行った。

[0194] この結果、補正処理を行うことによって、図 6 に示すように、補正された容量推定値が、寄生容量 $C_{p1} \sim C_{p2}$ が無い場合の本来の入力値であるゼロに近づくことを確認することができた。

[0195] 〔実施例 2〕

本実施例では、実施の形態 1 のタッチパネル装置 1A を用いて、補正処理部 24 による補正の効果をタッチ入力がある場合について検証した。

[0196] 本実施例での検証のための条件は、実施例 1 と同じとした。

[0197] この実験条件での、クロック信号 Φ_1 と、センスライン SL_1 とドライブライン DL_1 の交点付近にタッチ入力がある場合の差動増幅器 OP の入力信号 X_1 , X_2 、差動増幅器 OP の出力信号 Y_1 , Y_2 の波形例を図 7 (a) (b) (c) に示す。縦軸は電圧を示し、横軸は時間を示す。

[0198] すなわち、図 7 (c) に示すように、1 MHz のクロック信号において、符号が「1」の場合にドライブラインに与える電圧が $V_{DD} / 2 + V_{cm} = 3.3 \text{ V}$ となっている。このとき、タッチ入力がない場合の差動増幅器 OP の入力信号 X_1 , X_2 は、図 7 (b) にて示される。また、差動増幅器 OP の出力信号 Y_1 , Y_2 は、図 7 (a) にて示される。図 7 (a) において、パルスが発生している個所は、式 (1) 及び式 (4) にて記載される信号が

大きいということを示している。また、図 7 (b) において、パルスが発生している個所は、〔数 19〕にて記載される信号が大きいということを示している。さらに、図 5 (a) (b) と図 7 (a) (b) との違いは、図 7 (a) (b) に示す例では、タッチ入力があるため、静電容量が変化していることにある。

[0199] 上記の条件において、補正処理部 24 にて補正処理をしない場合とした場合の違いについて、図 8 に基づいて説明する。図 8 は、内積演算部 23 にて推定された静電容量値と補正処理部 24 にて補正処理を行った場合の静電容量値の推定値を示すグラフである。

[0200] すなわち、本実施例での補正処理部 24 による補正処理は、式 (12) にて示したように、内積演算部 23 で得られた静電容量値の推定値から、符号系列 1 周期間において差動増幅器 OP から出力される線形和信号を加算した信号 S に $(N - K + 1) / K = (63 - 18 + 1) / 18$ を乗算した信号を減算することによって行った。

[0201] この結果、補正処理を行うことによって、図 8 に示すように、タッチ入力があるドライブライン DL_{11} の箇所における静電容量 $C_{1, 11} - C_{2, 11}$ の静電容量値 $C_{1, 11-2, 11}$ は本来の入力値である -0.2 pF に近づくことを確認できると共に、タッチ入力がない箇所は本来の入力値であるゼロに近づくことを確認できた。

[0202] [まとめ]

本発明の態様 1 におけるタッチパネルコントローラ 3 は、センスライン SL_1 と K 本のドライブライン ($DL_1 \sim DL_{18}$) (K は 2 以上の整数) との間にそれぞれ形成された K 個の静電容量 ($C_{1, 1} \sim C_{1, 18}$) を有するタッチパネル 2 に被検出体がタッチしたときの前記静電容量 ($C_{1, 1} \sim C_{1, 18}$) の変化により前記被検出体のタッチ位置を求めるタッチパネルコントローラ 3 において、前記ドライブライン ($DL_1 \sim DL_{18}$) を駆動し、各静電容量 ($C_{1, 1} \sim C_{1, 18}$) に蓄積される電荷に基づく線形和信号を前記センスライン SL_1 から出力させる駆動部 10 と、前記センスライン SL

1 に存在する寄生容量 C_{p1} が前記線形和信号に与える影響を補正する補正部（補正処理部 24）とが設けられていることを特徴としている。

[0203] 上記の発明によれば、タッチパネルコントローラは、被検出体をタッチパネルにタッチしたときの、該タッチパネル上のセンスラインと K 本のドライブラインとの各交差点にそれぞれ形成された K 個の静電容量の変化によりタッチ位置を求める。

[0204] ところで、この種のタッチパネルコントローラでは、センスラインに寄生容量が付き、この寄生容量の影響で、各静電容量値の推定値に誤りが生じる場合がある。

[0205] そこで、本発明では、K 本のドライブラインを駆動し、センスラインとの各交差点にそれぞれ形成された静電容量に蓄積される電荷に基づく線形和信号を該センスラインから出力させる駆動部と、センスラインに存在する寄生容量が上記線形和信号に与える影響を補正する補正部とが設けられている。このため、補正部により寄生容量が略無いものとした各静電容量値の推定値が得られる。

[0206] したがって、センスラインに存在する寄生容量の影響を補正して、静電容量値の推定をより正確に行うことのできるタッチパネルコントローラを提供することができる。

[0207] 本発明の態様 2 におけるタッチパネルコントローラ 3 において、前記タッチパネル 2 は、他のセンスライン SL_2 と前記 K 本のドライブライン ($DL_1 \sim DL_{18}$) との間にそれぞれ形成された K 個の他の静電容量 ($C_{2,1} \sim C_{2,18}$) をさらに有し、前記他のセンスライン SL_2 に他の寄生容量 C_{p2} が存在し、前記寄生容量 C_{p1} の値が、前記他の寄生容量 C_{p2} の値と異なっていることが好ましい。

[0208] 上記構成によれば、寄生容量 C_{p1} の値が、他の寄生容量 C_{p2} の値と異なっていることにより静電容量の変化に与える影響を補正することができる。

[0209] 本発明の態様 3 におけるタッチパネルコントローラ 3 は、前記寄生容量 C

p 1 の値が、前記被検出体の前記タッチパネル 2 へのタッチに応じて変化することが好ましい。

[0210] 上記構成によれば、寄生容量の値が、前記被検出体の前記タッチパネルへのタッチに応じて変化することにより静電容量の変化に与える影響を補正することができる。

[0211] 本発明の態様 4 におけるタッチパネルコントローラ 3 は、前記駆動部 10 は、前記 K 本のドライブライン ($DL_1 \sim DL_{18}$) に対応する K 個の系列長 N (N は整数) の符号系列により前記 K 本のドライブライン ($DL_1 \sim DL_{18}$) を並列駆動して、N 個の前記線形和信号を前記センスライン SL_1 から出力させ、前記センスライン SL_1 から出力された前記 N 個の線形和信号と前記 K 個の系列長 N の符号系列との内積演算により、前記 K 個の静電容量 ($C_{1,1} \sim C_{1,18}$) の値を推定する内積演算部 23 が、さらに設けられ、前記補正部 (補正処理部 24) は、前記内積演算部 23 により推定された K 個の静電容量 ($C_{1,1} \sim C_{1,18}$) の値に対して、前記 N 個の線形和信号を加算して得られる値に基づく信号に重みを付加した値を加算することにより、前記静電容量の値を補正することが好ましい。

[0212] これにより、補正部においては、N 個の線形和信号を加算して得られる値に基づく信号を用いて、該信号に重みを付加して加算することにより、推定した静電容量値を補正する。この結果、実際の静電容量値と推定した静電容量値との誤差を低減することができる。

[0213] したがって、タッチパネルコントローラは、静電容量値の推定をより正確に行うことができる。

[0214] 本発明の態様 5 におけるタッチパネルコントローラ 3 は、態様 4 におけるタッチパネルコントローラ 3 において、前記補正部 (補正処理部 24) は、前記 N ($= 63$) 個の線形和信号を加算して得られる値に基づく信号 S に、前記ドライブラインの本数 K ($= 18$) 又は前記符号系列の系列長 N ($= 63$) の変化に応じた重みを付加することが好ましい。

[0215] 具体的には、補正部は、N 個の線形和信号を加算して得られる値に基づく

信号に、ドライブラインの本数 K 又は前記符号系列の系列長 N の変化に応じた重みとして、例えば、「 $-(N-K+1)/K$ 」を付加して加算する。

[0216] これにより、ドライブラインの本数 K 又は前記符号系列の系列長 N の変化に応じた寄生容量の影響を補正することが可能となる。

[0217] 本発明の態様6におけるタッチパネルコントローラ3は、態様1におけるタッチパネルコントローラ3において、前記センスライン SL_1 から出力された線形和信号を増幅する増幅器（差動増幅器OP）がさらに設けられていることが好ましい。

[0218] すなわち、センスラインに寄生容量が付くと、この寄生容量に蓄積された電荷に基づく信号が増幅器に入力されるので、増幅器の出力に影響を及ぼし、各静電容量値の推定値に誤りが生じることを招来する。

[0219] したがって、増幅器がセンスラインに設けられている場合に、静電容量値の推定をより正確に行うことができる。

[0220] 本発明の態様7における電子機器（携帯電話機60）は、態様1～6のいずれかに記載のタッチパネルコントローラ3と、上記タッチパネルコントローラ3により制御されるタッチパネル2とを備えていることが好ましい。

[0221] これにより、静電容量値の推定をより正確に行うことのできるタッチパネルコントローラを備えた電子機器を提供することができる。

[0222] また、本発明の態様8における集積回路は、態様1～4のいずれか1に記載のタッチパネルコントローラ3を集積していることを特徴としている。

[0223] また、本発明の態様9におけるタッチパネル装置1・1Aは、態様1～4のいずれか1に記載のタッチパネルコントローラ3を備えたタッチパネル装置1・1Aであって、上記タッチパネルコントローラ3により制御されるタッチパネル2を備えていることを特徴としている。

[0224] 尚、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

[0225] 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静電容量値を推定又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

[0226]	1 · 1 A	タッチパネル装置
	2	タッチパネル
	3	タッチパネルコントローラ
	4	スタイラスペン（被検出体）
	1 0	駆動部
	2 1	A D 変換部
	2 2	信号処理部
	2 3	内積演算部
	2 4	補正処理部（補正部）
	6 0	携帯電話機（電子機器）
	6 1	表示パネル
	C 1, 1 ~ C L, K	静電容量
	C _{1, 1} ~ C _{L, K}	静電容量値
	C p 1, C p 2	寄生容量
	D ₁ ~ D _K	符号系列
	D L ₁ ~ D L ₁₈	ドライブライン
	O P	差動増幅器
	S L 1, S L 2	センスライン
	X 1, X 2	入力信号
	Y 1, Y 2	出力信号

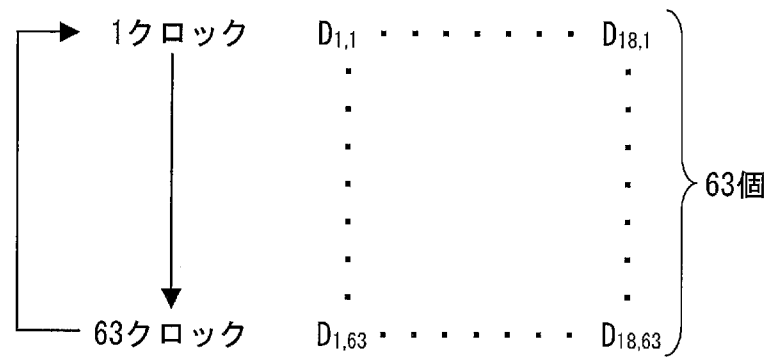
請求の範囲

- [請求項1] センスラインとK本のドライブライン（Kは2以上の整数）との間にそれぞれ形成されたK個の静電容量を有するタッチパネルに被検出体がタッチしたときの前記静電容量の変化により前記被検出体のタッチ位置を求めるタッチパネルコントローラにおいて、
- 前記ドライブラインを駆動し、各静電容量に蓄積される電荷に基づく線形和信号を前記センスラインから出力させる駆動部と、
- 前記センスラインに存在する寄生容量が前記線形和信号に与える影響を補正する補正部とが設けられてい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] 前記タッチパネルは、他のセンスラインと前記K本のドライブラインとの間にそれぞれ形成されたK個の他の静電容量をさらに有し、
- 前記他のセンスラインに他の寄生容量が存在し、
- 前記寄生容量の値が、前記他の寄生容量の値と異なっている請求項1記載のタッチパネルコントローラ。
- [請求項3] 前記寄生容量の値が、前記被検出体の前記タッチパネルへのタッチに応じて変化する請求項1記載のタッチパネルコントローラ。
- [請求項4] 前記駆動部は、前記K本のドライブラインに対応するK個の系列長N（Nは整数）の符号系列により前記K本のドライブラインを並列駆動して、N個の前記線形和信号を前記センスラインから出力させ、
- 前記センスラインから出力された前記N個の線形和信号と前記K個の系列長Nの符号系列との内積演算により、前記K個の静電容量の値を推定する内積演算部が、さらに設けられ、
- 前記補正部は、前記内積演算部により推定されたK個の静電容量の値に対して、前記N個の線形和信号を加算して得られる値に基づく信号に重みを付加した値を加算することにより、前記静電容量の値を補正する請求項1記載のタッチパネルコントローラ。
- [請求項5] 請求項1～4のいずれか1項に記載のタッチパネルコントローラと

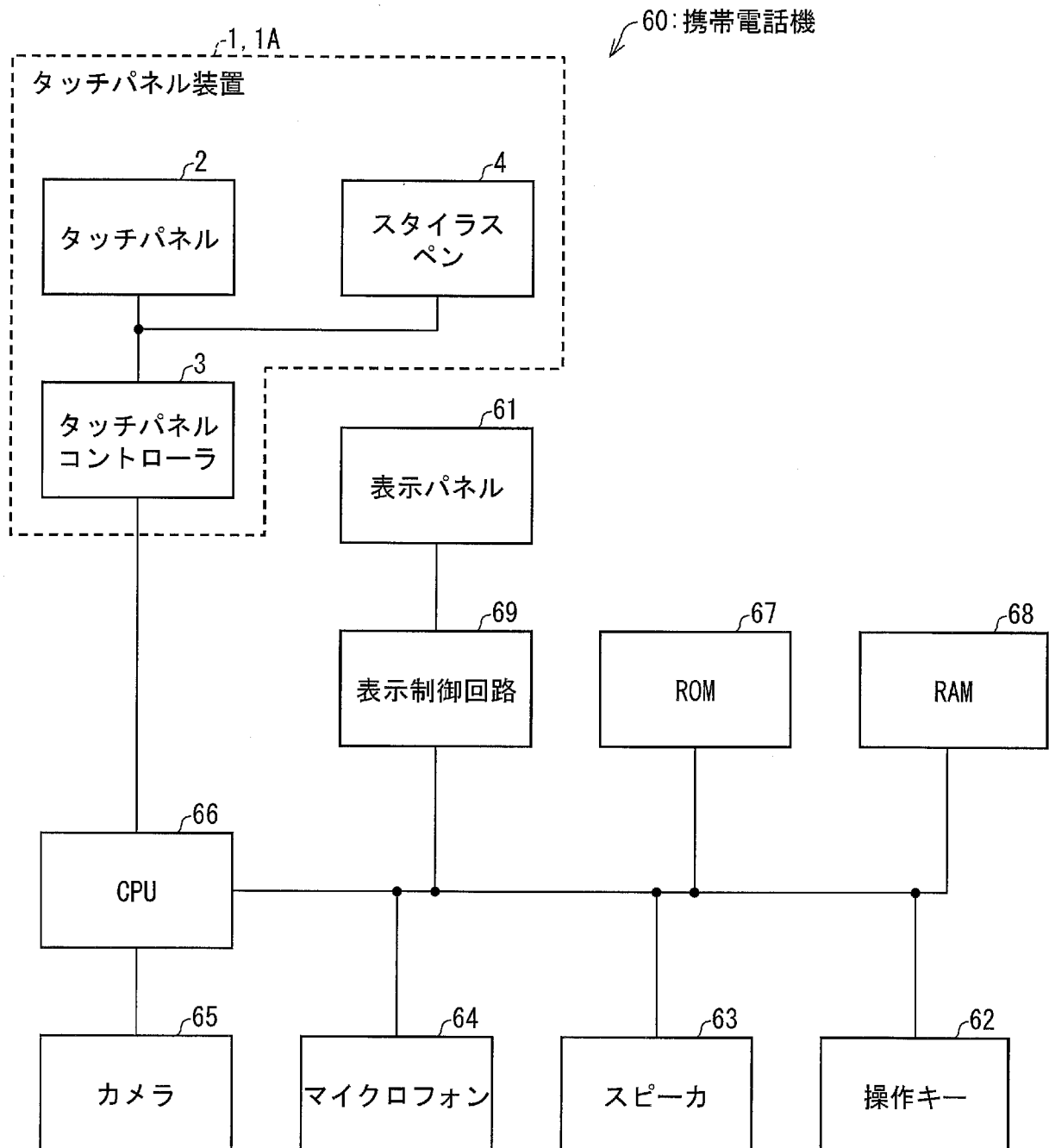
、

前記タッチパネルコントローラにより制御される前記タッチパネル
とを備えていることを特徴とする電子機器。

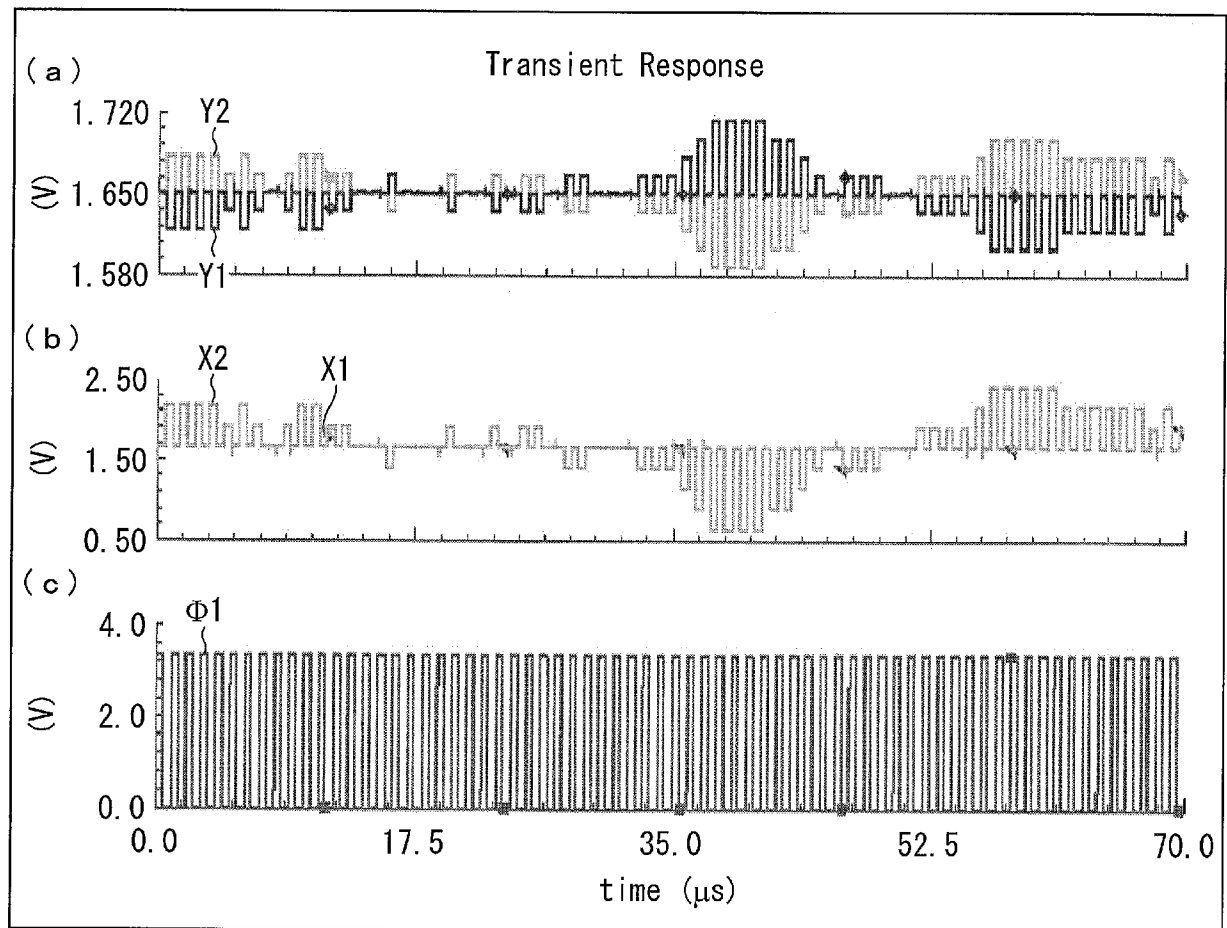
[図3]



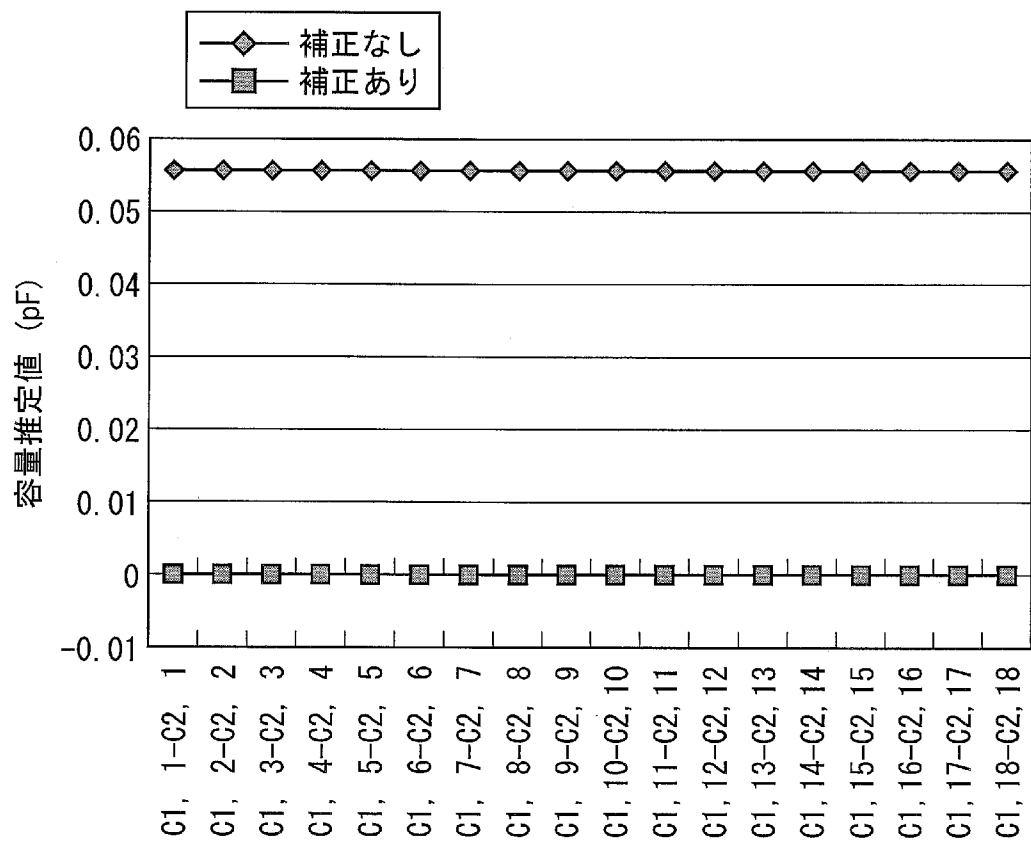
[図4]



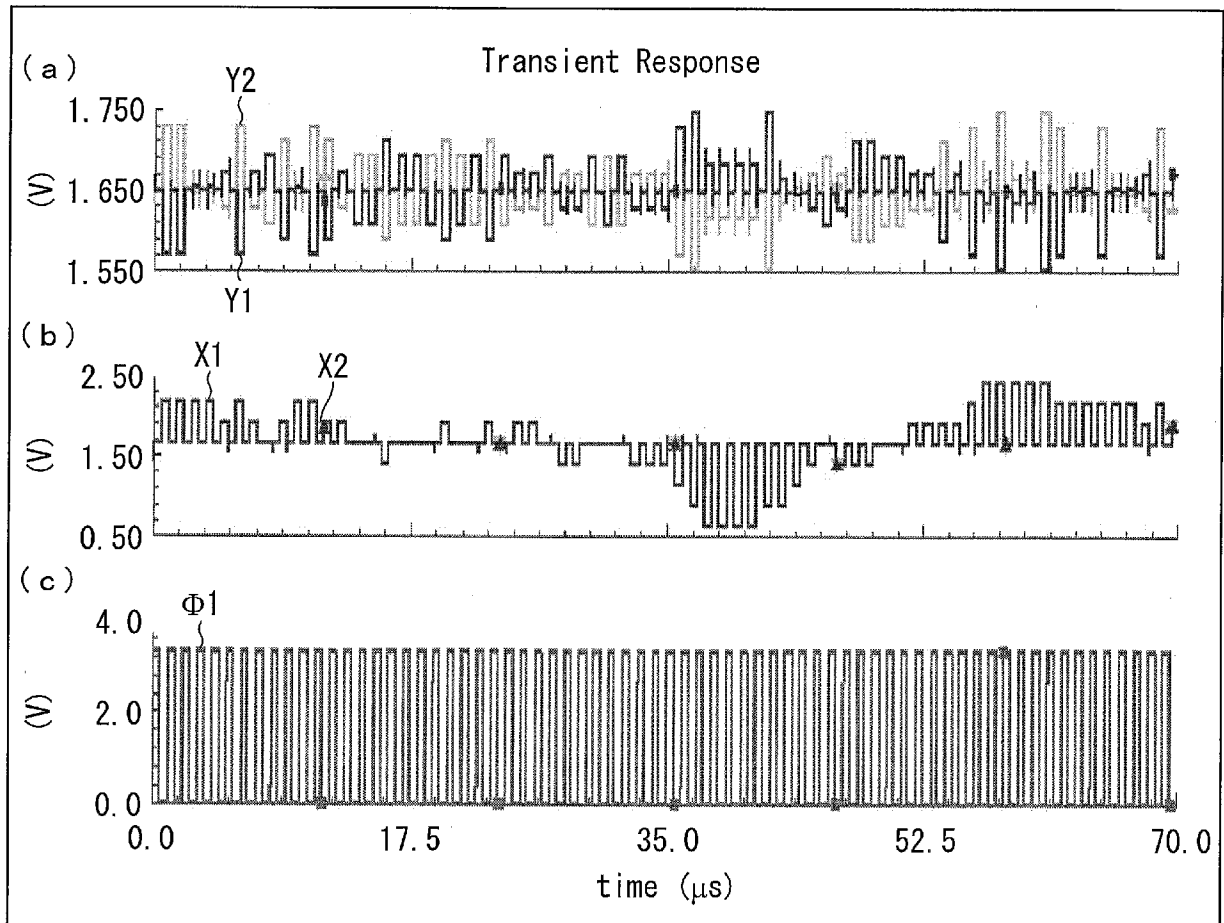
[図5]



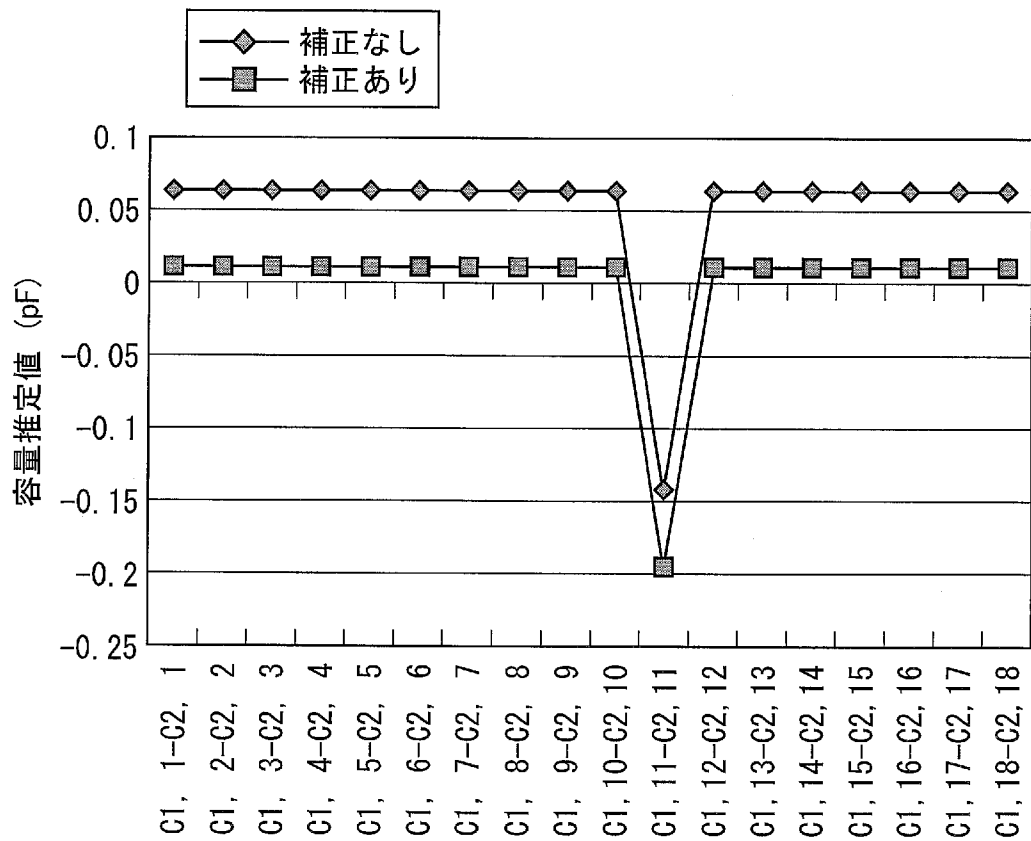
[図6]



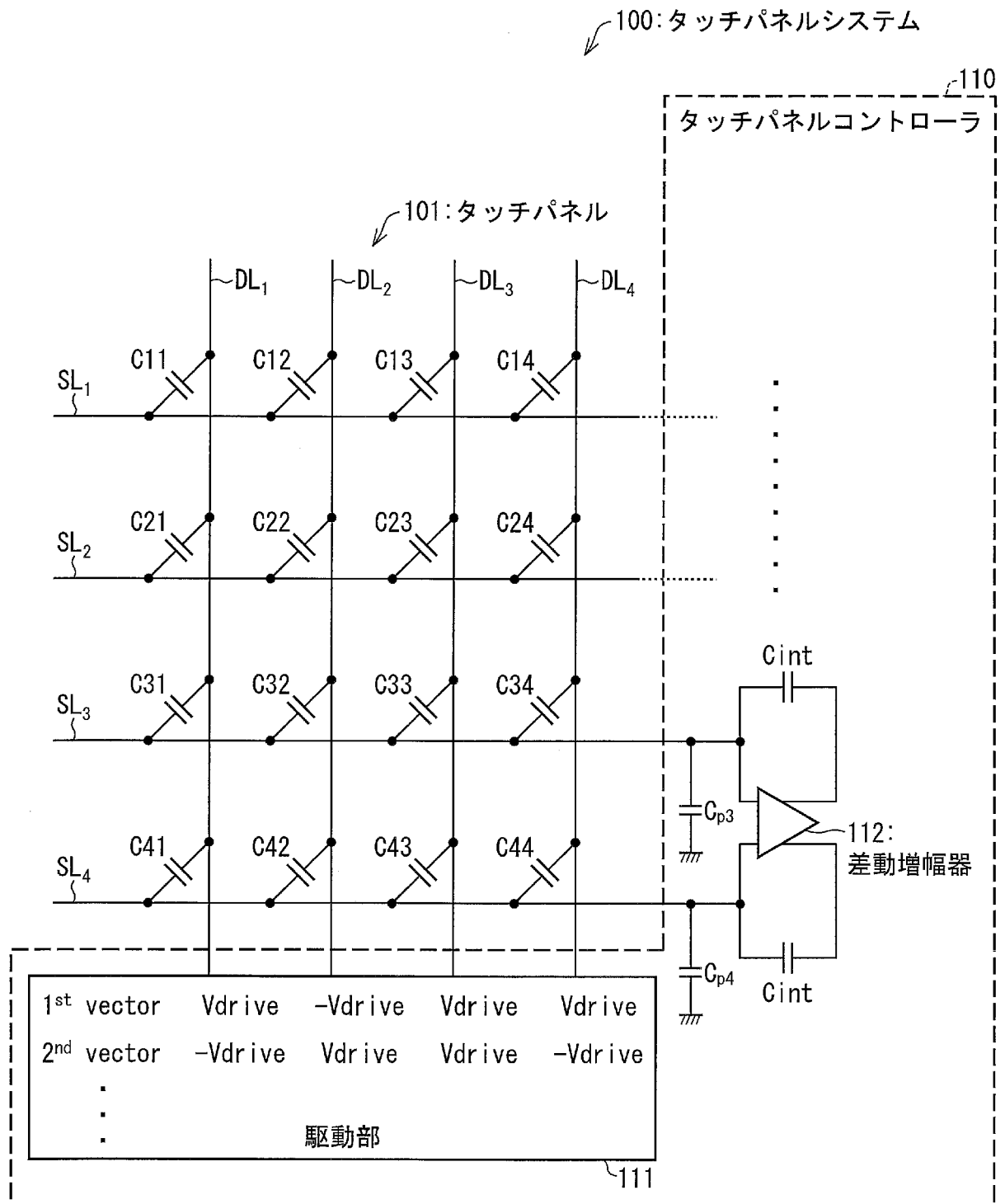
[図7]



[図8]



[図9]



[illegible]

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/060215

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
Y A	JP 2013-3603 A (Sharp Corp.), 07 January 2013 (07.01.2013), paragraphs [0053] to [0073]; fig. 1 to 5 & WO 2012/169215 A1	1-3, 5 4
Y	JP 2007-533044 A (Apple Computer, Inc.), 15 November 2007 (15.11.2007), paragraphs [0070] to [0072]; fig. 12 to 13 & US 2006/0097991 A1 & EP 1745356 A2 & WO 2005/114369 A2 & CA 2557940 A1 & KR 10-2007-0011450 A & CN 1942853 A	1-3, 5
Y	JP 2011-138316 A (Mitsubishi Electric Corp.), 14 July 2011 (14.07.2011), paragraphs [0087] to [0105]; fig. 13 (Family: none)	1-3, 5

☒ 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
12 June, 2014 (12.06.14)

Date of mailing of the international search report
24 June, 2014 (24.06.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/060215

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-244357 A (Toshiba Mobile Display Co., Ltd.), 28 October 2010 (28.10.2010), paragraph [0023] (Family: none)	3

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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
Y A	JP 2013-3603 A（シャープ株式会社）2013.01.07, 段落【0053】 - 【0073】, 図 1-5 & WO 2012/169215 A1	1-3, 5 4
Y	JP 2007-533044 A（アプル・コンピュータ・インコーポレーテッド）2007.11.15, 段落【0070】 - 【0072】, 図 12-13 & US 2006/0097991 A1 & EP 1745356 A2 & WO 2005/114369 A2 & CA 2557940 A1 & KR 10-2007-0011450 A & CN 1942853 A	1-3, 5

☒ 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 2 . 0 6 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 4 . 0 6 . 2 0 1 4

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）

松田 岳士

5 E

3 1 3 7

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

C (続き) . 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
Y	JP 2011-138316 A (三菱電機株式会社) 2011.07.14, 段落【0087】 - 【0105】, 図 13 (ファミリーなし)	1-3, 5
Y	JP 2010-244357 A (東芝モバイルディスプレイ株式会社) 2010.10.28, 段落【0023】 (ファミリーなし)	3