

(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 2014/208174 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/JP2014/060170
- (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 2013-133040 2013 年 6 月 25 日(25.06.2013) 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.

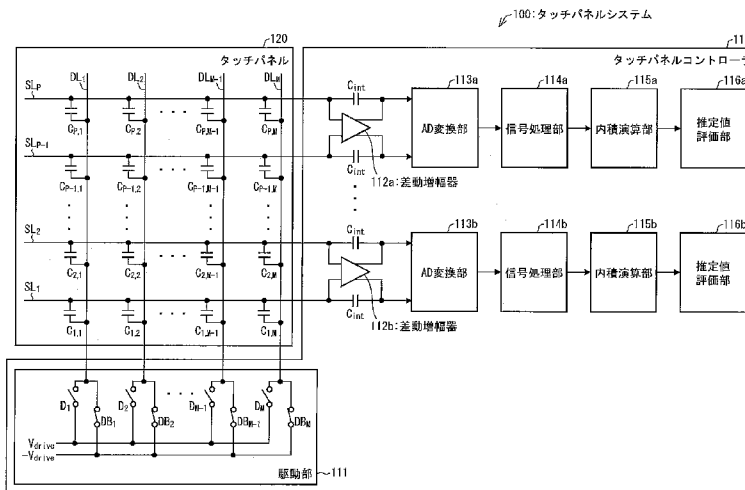
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロシヤ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,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

(54) 発明の名称: タッチパネルコントローラ、タッチパネルシステム、および電子機器



100 Touch panel system
110 Touch panel controller
111 Drive unit
120 Touch panel
112a, 112b Differential amplifier
113a, 113b AD conversion unit
114a, 114b Signal processing unit
115a, 115b Inner product calculation unit
116a, 116b Estimated value evaluation unit

演算部 (115a, 115b) と、を備える。

(57) Abstract: This touch panel controller (110) is provided with a drive unit (111) which, on the basis of a code series of series length N, drives M ($M \geq 2$) drive lines (DL1-DLM) and outputs N linear sum signals from one sense line (SL1-SLP), signal processing units (114a, 114b) which output N output signals by sequentially updating K ($0 < K < N$) linear sum signals, and inner product calculation units (115a, 115b) which calculate the inner products of the abovementioned output signals and the abovementioned code series and calculate an estimated capacitance value.

(57) 要約: タッチパネルコントローラ (110) は、系列長 N の符号系列に基づき、M 本 ($M \geq 2$) のドライライン (DL1~DLM) を駆動し、N 個の線形和信号を 1 本のセンスライン (SL1~SLP) から出力させる駆動部 (111) と、K 個 ($0 < K < N$) の線形和信号を順次に更新することにより、N 個の出力信号を出力する信号処理部 (114a, 114b) と、上記出力信号と上記符号系列との内積演算を行い、静電容量推定値を算出する内積

明 細 書

発明の名称：

タッチパネルコントローラ、タッチパネルシステム、および電子機器 技術分野

[0001] 本発明は、タッチパネルコントローラ、ならびに、タッチパネルコントローラを含んだ集積回路、タッチパネルシステム、および電子機器に関する。

背景技術

[0002] タッチパネルシステムは、P C (Personal Computer)、携帯電話機、およびタブレット等の様々な電子機器において、広く利用されている。タッチパネルシステムにおいては、ユーザが自身の指またはタッチペンを、タッチパネルへ接触させることにより、タッチパネルへの入力操作が行われる。

[0003] 静電容量方式のタッチパネルシステムでは、ユーザの指またはタッチペンがタッチパネルに接触することによって生じた、タッチパネルにおける静電容量の変化が検出される。そして、タッチパネルにおいて静電容量の変化が生じた位置が、タッチパネルに対する入力位置として認識される。

[0004] 特許文献 1 には、マトリクス状に分布した静電容量の値を検出する装置として、M本のドライブラインとP本のセンスラインとの各交点に形成される、(P×M)個の静電容量の分布を検出(推定)するタッチパネルコントローラを備えたタッチパネルシステムが開示されている。

[0005] 以下、特許文献 1 に開示されたタッチパネルシステムについて、図 6 および図 7 に基づいて説明する。

[0006] (特許文献 1 に開示されたタッチパネルシステム 1000 の構成)

図 6 は、特許文献 1 に開示されたタッチパネルシステムの一構成例である、タッチパネル 1000 の構成を示す図である。タッチパネルシステム 1000 は、タッチパネルコントローラ 1010、およびタッチパネル 1020 を備えている。

[0007] (タッチパネル 1020)

タッチパネル1020は、垂直方向に沿って互いに平行に配置された、M（Mは2以上の整数）本のドライブラインDL1～DLMと、水平方向に沿って互いに平行に配置された、P（Pは1以上の整数）本のセンスラインSL1～SLPとを備えている。

[0008] そして、タッチパネル1020において、 $(P \times M)$ 個の静電容量C11～CPMが、ドライブラインDL1～DLMとセンスラインSL1～SLPとの各交点に形成されている。ここで、静電容量CPMは、センスラインSLPと、ドライブラインDLMとの交点に形成された静電容量を表す。

[0009] 図6では、 $M = P = 4$ のケースが例示されている。すなわち、タッチパネル1020において、ドライブラインDL1～DL4とセンスラインSL1～SL4との各交点に、それぞれの静電容量C11～C44が形成されている。

[0010] （タッチパネルコントローラ1010）

タッチパネルコントローラ1010は、駆動部1011を備えている。また、タッチパネルコントローラ1010は、2つの差動増幅器として、差動増幅器1012aおよび1012bを備えている。

[0011] （駆動部1011）

駆動部1011は、系列長N（Nは整数）の符号系列に基づき、ドライブラインDL1～DL4を並列駆動する。図7は、駆動部1011による、ドライブラインDL1～DL4の駆動に用いられる符号系列を生成するためのM系列（M-sequence）符号MC1を示している。

[0012] M系列符号MC1は、系列長31（すなわち、 $N = 31$ ）のM系列符号である。ここで、M系列符号MC1は、行列の各成分の値が、「1」または「-1」のいずれかである、 31×31 の正方行列として表されている。

[0013] M系列符号MC1におけるそれぞれの行（1行目～31行目）は、31個の信号1st Vector～31th Vectorのそれぞれに対応している。また、M系列符号MC1におけるそれぞれの列（1列目～31列目）は、31個の信号Drive1～Drive31のそれぞれに対応してい

る。

[0014] M系列符号MC 1に含まれる信号1st Vector~31th Vectorは、i回目 ($1 \leq i \leq 31$) のドライブラインの駆動において、各ドライブラインに印加されるべき電圧の値を規定する信号である。駆動部1011は、信号1st Vector~31th Vectorに基づき、全てのドライブライン (最大31個のドライブライン) を31回駆動する。

[0015] 駆動部1011は、i回目のドライブラインの駆動において、X番目 ($1 \leq X \leq M$) の信号Drive Xの成分が「1」であるとき、X番目のドライブラインDL Xに、電圧V driveを印加する。また、駆動部1011は、X番目の信号Drive Xの成分が「-1」であるとき、X番目のドライブラインDL Xに、電圧(-V drive)を印加する。

[0016] 従って、駆動部1011は、信号Drive 1~Drive 31に基づき、31個のドライブラインのそれぞれを駆動する。信号Drive 1~Drive 31は、ドライブラインDL 1~DL 31の駆動に用いられる符号系列であり、以降、符号系列Drive 1~Drive 31と称する。

[0017] ここでは、31個の符号系列Drive 1~Drive 31のうち、4つの符号系列Drive 1~Drive 4に基づき、駆動部1011がドライブラインDL 1~DL 4を駆動する場合を考える。ここで、符号系列Drive 1~Drive 31の系列長Nは、 $N=31$ であり、ドライブラインの本数Mは、 $M=4$ である。

[0018] なお、電圧V driveは、例えば、タッチパネルシステム1000に印加される電源電圧であってよい。また、電圧V driveとして、タッチパネルシステム1000に印加される参照電圧等の、電源電圧以外の電圧が用いられてもよい。

[0019] (差動増幅器1012 aおよび1012 b)

差動増幅器1012 aおよび1012 bは、2入力2出力の増幅器であり、2つの入力信号の差を増幅し、出力信号として出力する。

[0020] 差動増幅器1012 aおよび1012 bは、それぞれ、2つの積分容量C

i n t と接続されている。すなわち、積分容量C i n t のうちの1つは、差動増幅器1 0 1 2 a または1 0 1 2 b の、1つの入力端子と1つの出力端子との間に接続されている。また、積分容量C i n t のうちのもう1つは、差動増幅器1 0 1 2 a または1 0 1 2 b の、もう1つの入力端子ともう1つの出力端子との間に接続されている。

[0021] 差動増幅器1 0 1 2 a は、センスラインS L 1 およびS L 2 から取得された信号が、それぞれ入力されるように配置されている。

[0022] 従って、差動増幅器1 0 1 2 a は、センスラインS L 1 からの入力信号（センスラインS L 1 とドライブラインD L 1 ～D L 4 との交点に形成される静電容量に関する線形和信号）と、センスラインS L 2 からの入力信号（センスラインS L 2 とドライブラインD L 1 ～D L 4 との交点に形成される静電容量に関する線形和信号）との差を増幅し、出力信号として出力する。差動増幅器1 0 1 2 a から出力された出力信号もまた、静電容量に関する線形和信号である。

[0023] 同様に、差動増幅器1 0 1 2 b は、センスラインS L 3 およびS L 4 から取得された信号が、それぞれ入力されるように配置されている。

[0024] 従って、差動増幅器1 0 1 2 b は、センスラインS L 3 からの入力信号（センスラインS L 3 とドライブラインD L 1 ～D L 4 との交点に形成される静電容量に関する線形和信号）と、センスラインS L 4 （センスラインS L 4 とドライブラインD L 1 ～D L 4 との交点に形成される静電容量に関する線形和信号）からの入力信号との差を増幅し、出力信号として出力する。差動増幅器1 0 1 2 b から出力された出力信号もまた、静電容量に関する線形和信号である。

[0025] （タッチパネルシステム1 0 0 0 における静電容量の推定）

続いて、特許文献1 に開示されたタッチパネルシステム1 0 0 0 における静電容量の推定について説明する。

[0026] 駆動部1 0 1 1 は、符号系列M C 1 の信号1 s t V e c t o r に基づき、 $(D r i v e 1, D r i v e 2, D r i v e 3, D r i v e 4) = (1,$

− 1, 1, 1) なる符号系列によって、1 回目のドライブライン DL 1 ~ DL 4 の駆動を行う。

[0027] 従って、1 回目のドライブライン DL 1 ~ DL 4 の駆動において、駆動部 1011 は、(i) ドライブライン DL 1、DL 3、および DL 4 に、電圧 V_{drive} を印加し、(ii) ドライブライン DL 2 に、電圧 ($-V_{drive}$) を印加する。

[0028] ここで、センスライン SL 3 および SL 4 からの入力信号が与えられている、差動増幅器 1012b の出力に着目する。いま、1 回目のドライブライン DL 1 ~ DL 4 の駆動における差動増幅器 1012b の出力としての線形和信号 Y_1 は、以下の式 (1) によって表される。

[0029] [数1]

$$Y_1 = \frac{V_{drive} C_{31} - V_{drive} C_{32} + V_{drive} C_{33} + V_{drive} C_{34}}{C_{int}} - \frac{V_{drive} C_{41} - V_{drive} C_{42} + V_{drive} C_{43} + V_{drive} C_{44}}{C_{int}} \quad \dots (1)$$

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

[0030] ここで、 i ($1 \leq i \leq 31$) 回目のドライブライン DL 1 ~ DL 4 の駆動における、符号系列 $Drive_1 \sim Drive_4$ のそれぞれの成分を、符号系列 $D_{i,1}$ 、 $D_{i,2}$ 、 $D_{i,3}$ 、および $D_{i,4}$ として表す。例えば、上述の $i = 1$ において、 $D_{i,1} = 1$ 、 $D_{i,2} = -1$ 、 $D_{i,3} = 1$ 、 $D_{i,4} = 1$ である。

[0031] このとき、 i 回目のドライブライン DL 1 ~ DL 4 の駆動における差動増幅器 1012b の出力としての線形和信号 Y_i は、以下の式 (2) によって表される。

[0032] [数2]

$$Y_i = \frac{V_{drive}}{C_{int}} \{ D_{i,1}(C_{31} - C_{41}) + D_{i,2}(C_{32} - C_{42}) + D_{i,3}(C_{33} - C_{43}) + D_{i,4}(C_{34} - C_{44}) \} \quad \dots (2)$$

[0033] タッチパネルシステム 1000 では、(i) 差動増幅器 1012a および 1012b から出力される線形和信号と、(ii) 符号系列 $D_{i,1}$ 、 $D_{i,2}$ 、 $D_{i,3}$ 、または $D_{i,4}$ のうちのいずれか 1 つとの内積演算によって、タッチパネル 1020 に形成された静電容量の推定が行われる。ここで

は、差動増幅器 1012b から出力される線形和信号 Y_i を用いて、静電容量の差の値 ($C_{31} - C_{41}$) が推定される場合について、説明を行う。

[0034] 駆動部 1011 は、信号 1st Vector ~ 31th Vector に基づき、ドライブライン DL1 ~ DL4 を 31 回駆動する。そして、31 個の線形和信号 Y_i ($i = 1, 2, \dots, 31$) が、差動増幅器 1012b から出力される。

[0035] 続いて、タッチパネルコントローラ 1010 は、 $1 \leq i \leq 31$ の範囲において、線形和信号 Y_i と、ドライブライン DL1 に対応する符号系列 D_i , 2 との内積演算を行う。すなわち、タッチパネルコントローラ 1010 は、以下の式 (3) を計算する。

[0036] [数3]

$$\sum_{i=1}^{31} Y_i D_{i,1} = \sum_{i=1}^{31} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,1} \{D_{i,1}(C_{31} - C_{41}) + D_{i,2}(C_{32} - C_{42}) + D_{i,3}(C_{33} - C_{43}) + D_{i,4}(C_{34} - C_{44})\} \quad \dots(3)$$

[0037] ここで、M 系列符号 MC1 に基づき生成された符号系列において、同じ符号系列同士の内積の値は、系列長 N と等しく、また、異なる符号系列同士の内積の値は、 -1 となるという数学的性質が知られている。

[0038] 従って、系列長 $N = 31$ であることを考慮すれば、式 (3) において、上述の数学的性質に基づき、以下の式 (4) が導かれる。

[0039] [数4]

$$\sum_{i=1}^{31} Y_i D_{i,1} = \frac{V_{drive}}{C_{int}} \{31(C_{31} - C_{41}) - (C_{32} - C_{42}) - (C_{33} - C_{43}) - (C_{34} - C_{44})\} \quad \dots(4)$$

[0040] さらに、全てのドライブライン (すなわち、DL1 ~ DL4)、および全てのセンスライン (すなわち、SL1 ~ SL4) が、それぞれ均一の幅を有するように製作されている場合を考える。

[0041] このとき、静電容量 $C_{31} \sim C_{44}$ のそれぞれの値は、ほぼ等しい値であると仮定できる。従って、式 (4) において、右辺第 1 項、すなわち、 $31 \times (C_{31} - C_{41})$ は、右辺第 2 項 ($C_{32} - C_{42}$)、右辺第 3 項 ($C_{33} - C_{43}$)、および右辺第 4 項 ($C_{34} - C_{44}$) のそれぞれに比べて

、十分に大きい値を有するといえる。このため、式（４）に基づき、以下の式（５）によって表される近似式が導かれる。

[0042] [数5]

$$\sum_{i=1}^{31} Y_i D_{i,1} \approx 31 \frac{V_{drive}}{C_{int}} (C_{31} - C_{41}) \quad \dots(5)$$

[0043] 従って、タッチパネルコントローラ１０１０において、左辺の内積演算に基づき、右辺の静電容量（ $C_{31} - C_{41}$ ）を推定することができる。

[0044] （タッチパネルシステム１０００における静電容量の推定に含まれる誤差）

タッチパネルシステム１０００では、Ｍ本のドライブラインに対するＮ回の駆動が完了する前に、タッチパネル１０２０に対する入力が行われた場合、静電容量の推定値に、無視できない程度の大きさの誤差が含まれるという問題がある。以下、この理由について数学的に説明する。なお、ここでは、 $M=4$ 、 $N=31$ である。

[0045] また、簡単ために、式（３）において、 $C_{32}=C_{42}=C_{33}=C_{43}=C_{34}=C_{44}=0$ の場合を考える。すなわち、式（３）において、静電容量（ $C_{31} - C_{41}$ ）に係る右辺第１項に着目する。

[0046] （１回目から３１回目までのドライブラインＤＬ１～ＤＬ４の駆動時）

いま、（ｉ）１回目から１０回目までのドライブラインＤＬ１～ＤＬ４の駆動において、タッチパネル１０２０に対する入力を与えられておらず、かつ、（ｉｉ）１１回目から３１回目までのドライブラインＤＬ１～ＤＬ４の駆動において、タッチパネル１０２０に対する入力を与えられている場合を想定する。

[0047] また、１１回目から３１回目までのドライブラインＤＬ１～ＤＬ４の駆動において、タッチパネル１０２０に対する入力によって、静電容量 C_{31} の変化量が ΔC だけ変化したとする。このため、１１回目から３１回目までのドライブラインＤＬ１～ＤＬ４の駆動において、静電容量 C_{31} は、（ $C_{31} + \Delta C$ ）に置き換えられる。

[0048] 従って、式（３）に基づき、１回目から３１回目までのドライブラインＤＬ１～ＤＬ４の駆動における静電容量（Ｃ３１－Ｃ４１）の推定値は、以下の（６）として表される。

[0049] [数6]

$$\begin{aligned}
 \sum_{i=1}^{31} Y_i D_{i,1} &= \sum_{i=1}^{31} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,1} \{D_{i,1} (C_{31} - C_{41})\} \\
 &= \sum_{i=1}^{10} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,1} \{D_{i,1} (C_{31} - C_{41})\} + \sum_{i=11}^{31} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,1} [D_{i,1} \{(C_{31} + \Delta C) - C_{41}\}] \\
 &= \left[\sum_{i=1}^{10} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,1} \{D_{i,1} (C_{31} - C_{41})\} + \sum_{i=11}^{31} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,1} \{D_{i,1} (C_{31} - C_{41})\} \right] + \sum_{i=11}^{31} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,1} (D_{i,1}) (\Delta C) \\
 &= \sum_{i=1}^{31} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,1} \{D_{i,1} (C_{31} - C_{41})\} + \sum_{i=11}^{31} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,1} (D_{i,1}) (\Delta C) \\
 &= 31 \frac{V_{drive}}{C_{int}} (C_{31} - C_{41}) + 21 \frac{V_{drive}}{C_{int}} \Delta C \quad \dots (6)
 \end{aligned}$$

[0050] 式（６）は、静電容量（Ｃ３１－Ｃ４１）の推定値に対して、静電容量Ｃ３１の変化量ΔＣに起因する量が含まれていることを示している。

[0051] なお、式（６）において、右辺第１項は、右辺第２項に比べて、より支配的である。従って、式（６）に基づいて、静電容量（Ｃ３１－Ｃ４１）の推定値が計算されてもよい。

[0052] 次に、以下の式（７）に示された、線形和信号Ｙ_ｉと、ドライブラインＤＬ２に対応する符号系列Ｄ_{ｉ，２}との内積演算を考える。式（７）は、静電容量（Ｃ３２－Ｃ４２）の値を推定するための内積演算を示している。

[0053] [数7]

$$\sum_{i=1}^{31} Y_i D_{i,2} = \sum_{i=1}^{31} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,2} \{D_{i,1} (C_{31} - C_{41}) + D_{i,2} (C_{32} - C_{42}) + D_{i,3} (C_{33} - C_{43}) + D_{i,4} (C_{34} - C_{44})\} \quad \dots (7)$$

[0054] 式（６）と同様にして、Ｃ３２＝Ｃ４２＝Ｃ３３＝Ｃ４３＝Ｃ３４＝Ｃ４４＝０に基づき、式（７）を変形することにより、以下の式（８）が導かれる。

[0055]

[数8]

$$\begin{aligned}
\sum_{i=1}^{31} Y_i D_{i,2} &= \sum_{i=1}^{31} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,2} \{D_{i,1} (C_{31} - C_{41})\} \\
&= \sum_{i=1}^{10} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,2} \{D_{i,1} (C_{31} - C_{41})\} + \sum_{i=11}^{31} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,2} [D_{i,1} \{(C_{31} + \Delta C) - C_{41}\}] \\
&= \left[\sum_{i=1}^{10} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,2} \{D_{i,1} (C_{31} - C_{41})\} + \sum_{i=11}^{31} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,1} \{D_{i,1} (C_{31} - C_{41})\} \right] + \sum_{i=11}^{31} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,2} (D_{i,1}) (\Delta C) \\
&= \sum_{i=1}^{31} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,2} \{D_{i,1} (C_{31} - C_{41})\} + \sum_{i=11}^{31} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,2} (D_{i,1}) (\Delta C) \\
&= -\frac{V_{drive}}{C_{int}} (C_{31} - C_{41}) + \sum_{i=11}^{31} \frac{V_{drive}}{C_{int}} (D_{i,2} D_{i,1}) \Delta C \quad \dots (8)
\end{aligned}$$

[0056] 式(8)の右辺第1項の大きさ(絶対値)は、式(6)の右辺第1項の大きさ(絶対値)の $1/31$ であり、微小な量であるとみなすことができる。従って、式(8)において、静電容量 $(C_{31} - C_{41})$ に係る右辺第1項は、ほぼ0に等しいとして、無視することができる。

[0057] 他方、式(8)において、変化量 ΔC に係る右辺第2項は、無視することができない大きさとなる可能性がある。このため、 $C_{32} = C_{42} = 0$ の仮定によれば、静電容量 $(C_{32} - C_{42})$ の真値は0であるが、式(8)に示された内積演算に基づく、静電容量 $(C_{32} - C_{42})$ の推定値は、0でない場合がある。

[0058] この場合、静電容量の値 $(C_{32} - C_{42})$ は、実際は0であるにもかかわらず、変化量 ΔC に依存する静電容量の値が存在しているとして、静電容量 $(C_{32} - C_{42})$ の値が誤って推定される。

[0059] (32回目から62回目までのドライブラインDL1～DL4の駆動時)

続いて、上述の11回目から31回目までのドライブラインDL1～DL4の駆動におけるタッチパネル1020に対する入力、32回目から50回目までのドライブラインDL1～DL4の駆動において継続している場合

を考える。

[0060] すなわち、(i) 32回目から50回目までのドライブラインDL1～DL4の駆動において、タッチパネル1020に対する入力を与えられており、かつ、(ii) 51回目から62回目までのドライブラインDL1～DL4の駆動において、タッチパネル1020に対する入力を与えられていない場合を想定する。

[0061] 従って、32回目から50回目までのドライブラインDL1～DL4の駆動において、静電容量C31の変化量 ΔC が存在しており、静電容量C31は、 $(C31 + \Delta C)$ に置き換えられる。他方、51回目から62回目までのドライブラインDL1～DL4の駆動において、静電容量C31の変化量 ΔC が存在していない。

[0062] また、32回目から62回目までのドライブラインDL1～DL4の駆動には、1回目から31回目までのドライブラインDL1～DL4の駆動と同様に、信号1st Vector～31th Vectorを順番に用いる。

[0063] 従って、信号1st Vectorを用いて、32回目のドライブラインDL1～DL4の駆動が行われ、信号31st Vectorを用いて、62回目のドライブラインDL1～DL4の駆動が行われる。

[0064] すなわち、j番目の信号jth Vector ($1 \leq j \leq 31$)を用いて、 $(j + 31)$ 回目のドライブラインDL1～DL4の駆動が行われる。言い換えれば、i回目 ($32 \leq i \leq 62$) のドライブラインDL1～DL4の駆動には、 $(i - 31)$ 番目の信号 $(i - 31)$ th Vectorが用いられている。

[0065] 従って、式(3)と同様にして、32回目から62回目までのドライブラインDL1～DL4の駆動における静電容量 $(C31 - C41)$ の推定値は、以下の式(9)として表される。

[0066]

[数9]

$$\begin{aligned}
\sum_{i=32}^{62} Y_i D_{i-31,1} &= \sum_{i=32}^{62} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i-31,1} \{D_{i-31,1} (C_{31} - C_{41})\} \\
&= \sum_{i=32}^{50} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i-31,1} [D_{i-31,1} \{(C_{31} + \Delta C) - C_{41}\}] + \sum_{i=51}^{62} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i-31,1} \{D_{i-31,1} (C_{31} - C_{41})\} \\
&= \left[\sum_{i=32}^{50} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i-31,1} \{D_{i-31,1} (C_{31} - C_{41})\} + \sum_{i=51}^{62} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i-31,1} \{D_{i-31,1} (C_{31} - C_{41})\} \right] + \sum_{i=32}^{50} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i-31,1} (D_{i-31,1}) (\Delta C) \\
&= \sum_{i=32}^{62} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i-31,1} \{D_{i-31,1} (C_{31} - C_{41})\} + \sum_{i=32}^{50} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i-31,1} (D_{i-31,1}) (\Delta C) \\
&= 31 \frac{V_{drive}}{C_{int}} (C_{31} - C_{41}) + 19 \frac{V_{drive}}{C_{int}} \Delta C \quad \dots (9)
\end{aligned}$$

[0067] 式(6)と同様に、式(9)においても、静電容量(C31-C41)の推定値に対して、静電容量C31の変化量ΔCに起因する量が含まれている。

[0068] なお、式(6)と同様に、式(9)においても、右辺第1項は、右辺第2項に比べて、より支配的である。従って、式(9)に基づいて、静電容量(C31-C41)の推定値が計算されてもよい。

[0069] また、式(8)と同様にして、32回目から62回目までのドライブラインDL1~DL4の駆動における静電容量(C32-C42)の推定値は、以下の式(10)として表される。

[0070] [数10]

$$\begin{aligned}
\sum_{i=32}^{62} Y_i D_{i-31,2} &= \sum_{i=32}^{62} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i-31,2} \{D_{i-31,1} (C_{31} - C_{41})\} \\
&= \sum_{i=32}^{50} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i-31,2} [D_{i-31,1} \{(C_{31} + \Delta C) - C_{41}\}] + \sum_{i=51}^{62} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i-31,2} \{D_{i-31,1} (C_{31} - C_{41})\} \\
&= \left[\sum_{i=32}^{50} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i-31,2} \{D_{i-31,1} (C_{31} - C_{41})\} + \sum_{i=51}^{62} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i-31,2} \{D_{i-31,1} (C_{31} - C_{41})\} \right] + \sum_{i=32}^{50} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i-31,2} (D_{i-31,1}) (\Delta C) \\
&= \sum_{i=32}^{62} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i-31,2} \{D_{i-31,1} (C_{31} - C_{41})\} + \sum_{i=32}^{50} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i-31,2} (D_{i-31,1}) (\Delta C) \\
&= -\frac{V_{drive}}{C_{int}} (C_{31} - C_{41}) + \sum_{i=11}^{31} \frac{V_{drive}}{C_{int}} (D_{i-31,2} D_{i-31,1}) \Delta C \quad \dots (10)
\end{aligned}$$

[0071] 式(8)と同様に、式(10)においても、変化量 ΔC に係る右辺第2項は、無視することができない大きさとなる可能性がある。

[0072] 従って、式(8)と同様に、式(10)においても、静電容量の値($C_{32} - C_{42}$)は、実際は0であるにもかかわらず、変化量 ΔC に依存する静電容量の値が存在しているとして、静電容量($C_{32} - C_{42}$)の値が誤って推定される場合がある。

先行技術文献

特許文献

[0073] 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

[0074] 上述したように、特許文献1に開示されたタッチパネルシステム1000においては、M本のドライブラインに対するN回の駆動が完了する前に、タッチパネル1020に対する入力が行われた場合、静電容量の推定値に無視できない程度の大きさの誤差が含まれる場合がある。

[0075] このため、実際には静電容量の変化が生じていないタッチパネル1020上の位置において、静電容量の変化が生じているとして、誤った静電容量の推定がなされるという問題が生じる。

[0076] 本発明は、上記の問題を解決するためになされたものであり、その目的は、静電容量をより正確に推定することが可能なタッチパネルコントローラを提供することである。

課題を解決するための手段

[0077] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係るタッチパネルコントローラは、系列長N(Nは整数)の符号系列に基づき、M本(Mは2以上の整数)のドライブラインをN回駆動することにより、上記M本のドライブラインと1本のセンスラインとの交点にそれぞれ形成されるM個の静電容量に

関する N 個の線形和信号を、上記センスラインから出力させる駆動部と、上記 N 個の線形和信号を保持した後、 K 個 (K は、 $0 < K < N$ を満たす整数) の線形和信号を、上記駆動部が上記ドライブラインを K 回駆動するごとに得られる最新の K 個の線形和信号によって順次に更新することにより、 K 個の更新後の線形和信号と、 $(N - K)$ 個の更新前の線形和信号と、からなる N 個の出力信号を出力する信号処理部と、上記 N 個の出力信号と上記符号系列の内積演算を行うことにより、上記 M 個の静電容量の値の推定値としての静電容量推定値を算出する内積演算部と、を備えていることを特徴としている。

発明の効果

[0078] 本発明の一態様に係るタッチパネルコントローラによれば、静電容量をより正確に推定することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0079] [図1]本発明の実施形態 1 に係るタッチパネルシステムの構成を示す図である。

[図2]本発明の実施形態 1 に係るタッチパネルシステムの一構成例を示す図である。

[図3]本発明の実施形態 1 に係るタッチパネルシステムにおいて、それぞれの所定のクロック信号のタイミングにおいて取得された出力信号の値を表す図である。

[図4]本発明の実施形態 1 に係るタッチパネルシステムにおいて、それぞれの所定のクロック信号のタイミングにおいて算出された静電容量の差の推定値を表す図である。

[図5]本発明の実施形態 2 に係る携帯電話機の構成を示す機能ブロック図である。

[図6]特許文献 1 に開示されたタッチパネルシステムの一構成例を示す図である。

[図7]特許文献 1 に開示されたタッチパネルシステムにおいて、ドライブライ

ンの駆動に用いられる符号系列を生成するためのM系列符号を示す図である。

発明を実施するための形態

[0080] 〔実施形態1〕

本発明の実施形態1について図1～図4に基づいて説明すれば、以下の通りである。

[0081] (タッチパネルシステム100の構成)

図1は、本実施形態のタッチパネルシステム100の構成を示す図である。タッチパネルシステム100は、タッチパネルコントローラ110、およびタッチパネル120を備えている。

[0082] (タッチパネル120)

タッチパネル120は、垂直方向に沿って互いに平行に配置された、M (Mは2以上の整数) 本のドライブラインDL1～DLMと、水平方向に沿って互いに平行に配置された、P (Pは1以上の整数) 本のセンスラインSL1～SLPとを備えている。

[0083] そして、タッチパネル120において、 $(P \times M)$ 個の静電容量C1, 1～CP, Mが、ドライブラインDL1～DLMとセンスラインSL1～SLPとの各交点に形成されている。ここで、静電容量CP, Mは、センスラインSLPと、ドライブラインDLMとの交点に形成された静電容量を表す。

[0084] (タッチパネルコントローラ110)

タッチパネルコントローラ110は、駆動部111を備えている。また、タッチパネルコントローラ110は、差動増幅器112aおよび112b、AD (Analog-Digital) 変換部113aおよび113b、信号処理部114aおよび114b、内積演算部115aおよび115b、ならびに推定値評価部116aおよび116bを備えている。

[0085] なお、差動増幅器112aおよび112b、AD変換部113aおよび113b、信号処理部114aおよび114b、内積演算部115aおよび115b、および推定値評価部116aおよび116bのそれぞれは、タッチ

パネル120が備えるセンスラインSL1～SLPの本数Pに応じて、3つ以上設けられてよい。図1では、代表的な部材として、差動増幅器112aおよび112b、AD変換部113aおよび113b、信号処理部114aおよび114b、内積演算部115aおよび115b、ならびに推定値評価部116aおよび116bのそれぞれが、図示されている。

[0086] (駆動部111)

駆動部111は、系列長Nの符号系列Drive1～DriveNに基づき、ドライブラインDL1～DLMを駆動する。符号系列Drive1～DriveNは、例えば、図7に示されたM系列符号MC1等によって生成されてよい。

[0087] ここでは、符号系列Drive1～DriveNのうち、符号系列Drive1～DriveMに基づき、ドライブラインDL1～DLMが駆動される。

[0088] さらに、i回目 ($1 \leq i \leq N$) のドライブラインの駆動において、各ドライブラインに印加されるべき電圧の値を規定する信号1st Vector～Nth Vectorもまた、例えば、図7に示されたM系列符号MC1等によって規定されてよい。

[0089] 駆動部111は、スイッチD1～DMおよびDB1～DBMを備えている。駆動部111は、X番目のスイッチDXを介して、X番目のドライブラインDLXに、電圧Vdriveを印加する。また、駆動部111は、X番目のスイッチDBXを介して、X番目のドライブラインDLXに、電圧(−Vdrive)を印加する。

[0090] 駆動部111は、i回目のドライブラインの駆動において、X番目の信号DriveXの成分が「1」であるとき、X番目のドライブラインDLXに、電圧Vdriveを印加する。また、駆動部111は、X番目の信号DriveXの成分が「−1」であるとき、X番目のドライブラインDLXに、電圧(−Vdrive)を印加する。

[0091] なお、電圧Vdriveは、例えば、タッチパネルシステム100に印加

される電源電圧であってよい。また、電圧 V_{drive} として、タッチパネルシステム 100 に印加される参照電圧等の、電源電圧以外の電圧が用いられてもよい。

[0092] 以降、 i ($1 \leq i \leq N$) 回目のドライブライン $DL1 \sim DLM$ の駆動における、符号系列 $Drive1 \sim DriveM$ のそれぞれの成分を、符号系列 $Di, 1 \sim Di, M$ として表す。符号系列 $Di, 1 \sim Di, M$ のそれぞれは、互いに相関が小さいことが好ましい。

[0093] (差動増幅器 112a および 112b)

差動増幅器 112a および 112b は、2 入力 2 出力の増幅器であり、2 つの入力信号の差を増幅し、出力信号として出力する。

[0094] 差動増幅器 112a および 112b は、それぞれ、2 つの積分容量 C_{int} と接続されている。すなわち、積分容量 C_{int} のうちの 1 つは、差動増幅器 112a または 112b の、1 つの入力端子と 1 つの出力端子との間に接続されている。また、積分容量 C_{int} のうちのもう 1 つは、差動増幅器 112a または 112b の、もう 1 つの入力端子ともう 1 つの出力端子との間に接続されている。

[0095] 差動増幅器 112b は、センスライン $SL1$ および $SL2$ から取得された信号が、それぞれ入力されるように配置されている。差動増幅器 112b は、センスライン $SL1$ からの入力信号（センスライン $SL1$ とドライブライン $DL1 \sim DLM$ との交点に形成される静電容量に関する線形和信号）と、センスライン $SL2$ からの入力信号（センスライン $SL2$ とドライブライン $DL1 \sim DLM$ との交点に形成される静電容量に関する線形和信号）との差を増幅し、出力信号としての線形和信号を、AD 変換部 113b に与える。

[0096] 同様に、差動増幅器 112a は、センスライン $SL(P-1)$ および SLP から取得された信号が、それぞれ入力されるように配置されている。差動増幅器 112a は、センスライン $SL(P-1)$ からの入力信号（センスライン $SL(P-1)$ とドライブライン $DL1 \sim DLM$ との交点に形成される静電容量に関する線形和信号）と、センスライン SLP からの入力信号（セ

ンスラインSLPとドライブラインDL1～DLMとの交点に形成される静電容量に関する線形和信号)との差を増幅し、出力信号としての線形和信号を、AD変換部113aに与える。

[0097] (AD変換部113aおよび113b)

AD変換部113aおよび113bは、それぞれ、差動増幅器112aおよび112bから出力された、アナログ信号としての線形和信号にAD変換を施す。続いて、AD変換部113aおよび113bは、それぞれ、デジタル化された線形和信号を、信号処理部114aおよび114bに与える。

[0098] 線形和信号が、デジタル信号として、AD変換部113aおよび113bから信号処理部114aおよび114bへ与えられることにより、信号処理部114aおよび114b、ならびに内積演算部115aおよび115bにおける、静電容量の分布を計算するための各種演算が容易化される。

[0099] (信号処理部114aおよび114b)

信号処理部114aおよび114bは、それぞれ、ドライブラインDL1～DLMの毎回の駆動において、AD変換部113aおよび113bから与えられる線形和信号の値を一時的に保持する。続いて、信号処理部114aおよび114bは、それぞれ、静電容量の値を推定するための内積演算に必要な線形和信号の値を、内積演算部115aおよび115bに与える。

[0100] すなわち、信号処理部114aおよび114bは、N回のドライブラインDL1～DLMの駆動において得られた線形和信号Y1～YNを保持する。

[0101] そして、信号処理部114aおよび114bは、ドライブラインDL1～DLMがK回(Kは、 $0 < K < N$ を満たす整数)駆動されるごとに、AD変換部113aおよび113bを介して、最新のK個の線形和信号Y2(1)～Y2(K)を得る。

[0102] 続いて、信号処理部114aおよび114bは、保持されている線形和信号Y1～YNのうちのK個の線形和信号(すなわち、Y1～YK)を、最新のK個の線形和信号Y2(1)～Y2(K)に更新する。ここで、保持されている線形和信号Y1～YNのうち、(N-K)個の線形和信号(すなわち

、 $Y(K+1) \sim YN$)は、更新が行われていない。

[0103] そして、信号処理部114aおよび114bは、現在保持している、 K 個の線形和信号 $Y2(1) \sim Y2(K)$ 、および、 $(N-K)$ 個の線形和信号 $Y(K+1) \sim YN$ からなる N 個の線形和信号を、出力信号として内積演算部115aおよび115bに与える。

[0104] なお、更新されるべき線形和信号の個数を規定する整数 K は、タッチパネルシステム100においてあらかじめ定められた固有の値であってもよいし、タッチパネルシステム100の外部に設けられたプロセッサ等（例えば、後述の図5のCPU310）によって変更可能な値であってもよい。

[0105] （内積演算部115aおよび115b）

内積演算部115aおよび115bは、静電容量の値を推定するための内積演算を行う演算部である。すなわち、内積演算部115aおよび115bは、信号処理部114aおよび114bから与えられる N 個の出力信号（線形和信号）と、符号系列 $D_i, 1 \sim D_i, M$ のうちのいずれか1つとの内積演算を行う。続いて、内積演算部115aおよび115bは、それぞれ、内積演算の結果として得られた静電容量の推定値を、推定値評価部116aおよび116bに与える。

[0106] なお、符号系列 $D_i, 1 \sim D_i, M$ は、信号処理部114aおよび114bから、内積演算部115aおよび115bに与えられてもよいし、または、内積演算部115aおよび115bにおいて、あらかじめ保持されていてもよい。

[0107] （推定値評価部116aおよび116b）

推定値評価部116aおよび116bは、それぞれ、内積演算部115aおよび115bにおける内積演算の結果として得られた複数の静電容量の推定値に対する評価を行う。続いて、推定値評価部116aおよび116bは、評価結果に基づき、最も誤差の少ない静電容量の推定値を決定する。

[0108] 例えば、推定値評価部116aおよび116bは、複数の静電容量の推定値のそれぞれの標準偏差または分散を算出することにより、複数の静電容量

の推定値に対する評価を行う。そして、推定値評価部 116 a および 116 b は、最も標準偏差または分散の少ない静電容量の推定値を、複数の静電容量の推定値の代表値（すなわち、最も誤差の少ない静電容量の推定値）として決定する。

[0109] （タッチパネルシステム 100 における静電容量の推定についての説明）

続いて、本実施形態のタッチパネルシステム 100 における静電容量の推定について、数学的に説明する。なお、ここで説明された方法に基づき静電容量の推定を行うタッチパネルシステム 100 の具体的な構成および動作については、後に詳述する（後述の図 2 を参照）。

[0110] ここでは、特許文献 1 に開示されたタッチパネルシステム 1000 との対比によって、説明を行う。すなわち、タッチパネルシステム 1000 の動作の説明と同様に、 $M=4$ 、 $N=31$ 、かつ、 $C_{32}=C_{42}=C_{33}=C_{43}=C_{34}=C_{44}=0$ の場合を考える。さらに、信号処理部 114 a および 114 b において更新されるべき線形和信号の個数 K が、 $K=1$ として設定されている場合を考える。

[0111] そして、タッチパネルシステム 1000 の動作の説明と同様に、1 回目から 62 回目までのドライブライン $DL_1 \sim DL_4$ の駆動において、11 回目から 50 回目までのドライブライン $DL_1 \sim DL_4$ の駆動において、タッチパネルに対する入力によって、静電容量 C_{31} の変化量が ΔC だけ変化した場合を想定する。

[0112] （1 回目から 31 回目までのドライブライン $DL_1 \sim DL_4$ の駆動時）
タッチパネルシステム 100 において、1 回目から 31 回目までのドライブライン $DL_1 \sim DL_4$ の駆動を通じて、31 個の線形和信号 $Y_1 \sim Y_{31}$ が新たに得られる。

[0113] 1 回目から 31 回目までのドライブライン $DL_1 \sim DL_4$ の駆動時には、本実施形態のタッチパネルコントローラ 110 は、特許文献 1 のタッチパネルシステム 1000 が備えるタッチパネルコントローラ 1010 と同様にして、静電容量の推定のための内積演算を行う。

[0114] 従って、タッチパネルコントローラ 110 において、静電容量 ($C_{31} - C_{41}$) を推定するための内積演算は、式 (6) によって行われる。また、タッチパネルコントローラ 110 において、静電容量の値 ($C_{32} - C_{42}$) を推定するための内積演算は、式 (8) によって行われる。

[0115] なお、1 回目から 31 回目までのドライブライン DL1 ~ DL4 の駆動時において、 i 回目 ($1 \leq i \leq 31$) に得られる線形和信号を Y_i として表す。また、式 (6) および式 (8) を導出するまでの計算過程については、特許文献 1 のタッチパネルシステム 1000 においてすでに説明をしているため、詳細な説明は省略する。

[0116] (32 回目のドライブライン DL1 ~ DL4 の駆動時)

次に、タッチパネルシステム 100 において、32 回目のドライブライン DL1 ~ DL4 の駆動を考える。

[0117] 32 回目のドライブライン DL1 ~ DL4 の駆動時において、タッチパネルコントローラ 110 により、上述の線形和信号 Y_i に対して、以下の式 (11) に基づき、出力信号 Y_{2i} が定められる。

[0118] [数11]

$$Y_{2i} = \begin{cases} Y_{32} & (i=1) \\ Y_i & (i=2, \dots, 31) \end{cases} \quad \dots (11)$$

[0119] すなわち、出力信号 Y_{2i} において、1 回目のドライブライン DL1 ~ DL4 の駆動において得られた線形和信号 Y_1 は、32 回目のドライブライン DL1 ~ DL4 の駆動において得られた線形和信号 Y_{32} に更新されている。他方、2 回目から 31 回目までのドライブライン DL1 ~ DL4 の駆動において得られた線形和信号 $Y_2 \sim Y_{31}$ は、そのまま保持されている。

[0120] そして、タッチパネルコントローラ 110 において、線形和信号 Y_i に替わり、出力信号 Y_{2i} に基づき、静電容量 ($C_{31} - C_{41}$) を推定するための内積演算が行われる。32 回目のドライブライン DL1 ~ DL4 の駆動時において、出力信号 Y_{2i} に基づく、静電容量 ($C_{31} - C_{41}$) を推定するための内積演算は、以下の式 (12) によって表される。

[0121] [数12]

$$\begin{aligned}
\sum_{i=1}^{31} Y_{2i} D_{i,1} &= \sum_{i=1}^1 Y_{2i} D_{i,1} + \sum_{i=2}^{31} Y_{2i} D_{i,1} = Y_{32} D_{i,1} + \sum_{i=2}^{31} Y_i D_{i,1} = Y_{32} D_{i,1} + \sum_{i=2}^{10} Y_i D_{i,1} + \sum_{i=11}^{31} Y_i D_{i,1} \\
&= \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,1} [D_{i,1} \{(C_{31} + \Delta C) - C_{41}\}] + \sum_{i=2}^{11} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,1} \{D_{i,1} (C_{31} - C_{41})\} + \sum_{i=11}^{31} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,1} [D_{i,1} \{(C_{31} + \Delta C) - C_{41}\}] \\
&= \frac{V_{drive}}{C_{int}} \{(C_{31} + \Delta C) - C_{41}\} + 9 \frac{V_{drive}}{C_{int}} (C_{31} - C_{41}) + 21 \frac{V_{drive}}{C_{int}} \{(C_{31} + \Delta C) - C_{41}\} \\
&= 31 \frac{V_{drive}}{C_{int}} (C_{31} - C_{41}) + 22 \frac{V_{drive}}{C_{int}} \Delta C \quad \dots (12)
\end{aligned}$$

[0122] 式(12)における静電容量 C_{31} の変化量 ΔC に係る右辺第2項の係数(すなわち22)は、式(6)における静電容量 C_{31} の変化量 ΔC に係る右辺第2項の係数(すなわち21)に比べて、1だけ大きい。

[0123] これは、出力信号 Y_{2i} において、タッチパネル120に対する入力を与えられていない1回目の駆動において得られた線形和信号 Y_1 が、タッチパネル120に対する入力を与えられている32回目の駆動において得られた線形和信号 Y_{32} に置き換えられているためである。

[0124] (41回目のドライブライン $DL_1 \sim DL_4$ の駆動時)

さらに、タッチパネルシステム100において、41回目のドライブライン $DL_1 \sim DL_4$ の駆動を考える。

[0125] 41回目のドライブライン $DL_1 \sim DL_4$ の駆動時において、タッチパネルコントローラ110により、以下の式(13)によって、出力信号 Y_{2i} が定められる。

[0126] [数13]

$$Y_{2i} = \begin{cases} Y_{i+31} & (i=1, \dots, 10) \\ Y_i & (i=11, \dots, 31) \end{cases} \quad \dots (13)$$

[0127] すなわち、出力信号 Y_{2i} において、1回目から10回目までのドライブライン $DL_1 \sim DL_4$ の駆動において得られた線形和信号 Y_1 は、32回目から41回目までのドライブライン $DL_1 \sim DL_4$ の駆動において得られた線形和信号 $Y_{32} \sim Y_{41}$ に更新されている。他方、11回目から31回目

までのドライブラインDL1～DL4の駆動において得られた線形和信号Y2～Y31は、そのまま保持されている。

[0128] 41回目のドライブラインDL1～DL4の駆動時において、出力信号Y2iに基づく、静電容量(C31－C41)を推定するための内積演算は、以下の式(14)によって表される。

[0129] [数14]

$$\begin{aligned}
 \sum_{i=1}^{31} Y_{2i} D_{i,1} &= \sum_{i=1}^{10} Y_{2i} D_{i,1} + \sum_{i=11}^{31} Y_{2i} D_{i,1} = \sum_{i=1}^{10} Y_{i+31} D_{i,1} + \sum_{i=11}^{31} Y_i D_{i,1} \\
 &= \sum_{i=1}^{10} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,1} [D_{i,1} \{(C_{31} + \Delta C) - C_{41}\}] + \sum_{i=11}^{31} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,1} [D_{i,1} \{(C_{31} + \Delta C) - C_{41}\}] \\
 &= \sum_{i=1}^{31} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,1} [D_{i,1} \{(C_{31} + \Delta C) - C_{41}\}] \\
 &= \sum_{i=1}^{31} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,1} \{D_{i,1} (C_{31} - C_{41})\} + \sum_{i=1}^{31} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,1} (D_{i,1}) (\Delta C) \\
 &= 31 \frac{V_{drive}}{C_{int}} (C_{31} - C_{41}) + 31 \frac{V_{drive}}{C_{int}} \Delta C \quad \dots (14)
 \end{aligned}$$

[0130] 式(14)によれば、出力信号Y2iにおいて、1回目から10回目までのドライブラインDL1～DL4の駆動において得られた線形和信号Y1～Y10は、32～41回目のドライブラインDL1～DL4の駆動において得られた線形和信号Y32～Y41に更新されている。他方、11回目から31回目までのドライブラインDL1～DL4の駆動において得られた線形和信号Y11～Y31は、そのまま保持されている。

[0131] 式(14)において、静電容量C31の変化量ΔCに係る右辺第2項の係数(すなわち31)は、静電容量(C31－C41)に係る右辺第1項の係数(すなわち31)と等しい。

[0132] これは、出力信号Y2iにおいて、タッチパネル120に対する入力を与えられていない1回目から10回目までの駆動において得られた線形和信号Y1～Y10が、タッチパネル120に対する入力を与えられている32回

目から41回目までの駆動において得られた線形和信号Y32～Y41に置き換えられているためである。

[0133] 他方、41回目のドライブラインDL1～DL4の駆動時において、出力信号Y2iに基づく、静電容量(C32-C42)を推定するための内積演算は、以下の式(15)によって表される。

[0134] [数15]

$$\begin{aligned}
 \sum_{i=1}^{31} Y_{2i} D_{i,2} &= \sum_{i=1}^{10} Y_{2i} D_{i,2} + \sum_{i=11}^{31} Y_{2i} D_{i,2} = \sum_{i=1}^{10} Y_{i+31} D_{i,2} + \sum_{i=11}^{31} Y_i D_{i,2} \\
 &= \sum_{i=1}^{10} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,2} [D_{i,1} \{(C_{31} + \Delta C) - C_{41}\}] + \sum_{i=11}^{31} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,2} [D_{i,1} \{(C_{31} + \Delta C) - C_{41}\}] \\
 &= \sum_{i=1}^{31} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,2} [D_{i,1} \{(C_{31} + \Delta C) - C_{41}\}] \\
 &= \sum_{i=1}^{31} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,2} \{D_{i,1} (C_{31} - C_{41})\} + \sum_{i=1}^{31} \frac{V_{drive}}{C_{int}} D_{i,2} (D_{i,1}) (\Delta C) \\
 &= -\frac{V_{drive}}{C_{int}} (C_{31} - C_{41}) - \frac{V_{drive}}{C_{int}} \Delta C \quad \dots (15)
 \end{aligned}$$

[0135] 式(15)によれば、出力信号Y2iにおいて、1回目から10回目までのドライブラインDL1～DL4の駆動において得られた線形和信号Y1～Y10は、32～41回目のドライブラインDL1～DL4の駆動において得られた線形和信号Y32～Y41に更新されている。他方、11回目から31回目までのドライブラインDL1～DL4の駆動において得られた線形和信号Y11～Y31は、そのまま保持されている。

[0136] 式(15)における静電容量C31の変化量ΔCに係る右辺第2項の係数(すなわち-1)の大きさは、静電容量(C32-C42)に係る右辺第1項の係数(すなわち-1)と等しい。

[0137] 従って、式(15)における変化量ΔCに係る右辺第2項の大きさは、式(8)および式(10)に比べて、さらに小さい。

[0138] すなわち、式(15)においては、式(8)および式(10)に比べて、

静電容量の値 ($C_{32} - C_{42}$) に対して含まれる、変化量 ΔC に起因する誤差の大きさが抑制されている。

[0139] このため、本実施形態のタッチパネルシステム 100 によれば、実際には静電容量の変化が生じていないタッチパネルの位置において、誤った静電容量の推定がなされることが抑制される。

[0140] (タッチパネルシステム 100 の一構成例としてのタッチパネルシステム 100s)

図 2 を用いて、タッチパネルシステム 100 の具体的な構成および動作の一例について説明する。図 2 は、タッチパネルシステム 100 の一構成例を示す図である。

[0141] 図 2 は、図 1 に示されたタッチパネルシステム 100 において、 $M = 18$ 、 $P = 2$ である場合のタッチパネルシステム 100s の構成を示している。タッチパネルシステム 100s は、タッチパネルコントローラ 110s およびタッチパネル 120s を備えている。

[0142] タッチパネル 120s は、18本のドライブライン $DL1 \sim DL18$ と、2本のセンスライン $SL1 \sim SL2$ とを備えている。そして、ドライブライン $DL1 \sim DL18$ と、センスライン $SL1 \sim SL2$ との交点には、36個の静電容量 $C_{1,1} \sim C_{2,18}$ がそれぞれ形成されている。

[0143] ここで、静電容量 $C_{1,1} \sim C_{2,18}$ のそれぞれは、 $C = 2.2 \text{ pF}$ の静電容量を有しているとする。また、タッチパネル 120s に入力が与えられた時、静電容量 $C_{1,1} \sim C_{2,18}$ のそれぞれに生じる静電容量の変化量 ΔC は、 $\Delta C = -0.2 \text{ pF}$ であるとする。

[0144] また、タッチパネルコントローラ 110s は、駆動部 111s、差動増幅器 112s、AD変換部 113s、信号処理部 114s、内積演算部 115s、および推定値評価部 116s を備えている。

[0145] なお、タッチパネルコントローラ 110s に与えられるクロック信号の周波数は、1MHz であるとする。また、タッチパネルコントローラ 110s に与えられる電源電圧 V_{DD} およびコモンモード電圧 V_{CM} は、それぞれ、

$VDD = 3.3V$ 、および $VCM = 1.65V$ であるとする。

[0146] 駆動部 111s は、図 1 のタッチパネルシステム 100 において、 $M = 18$ である場合の駆動部 111 に対応しており、ドライブレイン $DL1 \sim DL18$ を駆動する。すなわち、駆動部 1011 は、スイッチ $D1 \sim D18$ および $DB1 \sim DB18$ を備えている。

[0147] 駆動部 111s において、 $Vdrive = (VDD / 2) + VCM = 3.3V$ とする。また、駆動部 111s において、 $-Vdrive = (-VDD / 2) + VCM = 0V$ とする。

[0148] なお、差動増幅器 112s、AD変換部 113s、信号処理部 114s、内積演算部 115s、および推定値評価部 116s は、センスライン $SL1$ および $SL2$ からの信号を処理するように配置されており、図 1 のタッチパネルシステム 100 における、AD変換部 113b、信号処理部 114b、内積演算部 115b、および推定値評価部 116s にそれぞれ対応する。

[0149] (タッチパネルシステム 100s の動作の具体例)

タッチパネルコントローラ 110s において、系列長 63 の M 系列符号をビットシフトすることによって生成された 63 個の符号系列が用いられる場合を考える。

[0150] そして、タッチパネルコントローラ 110s に与えられる t 回目のクロック信号に対応する 63 個の符号系列を、 $DM1, t \sim DM63, t$ と呼称する。符号系列 $DM1, t \sim DM63, t$ は、クロック回数 t ごとにそれぞれ異なる値を有する。符号系列 $DM1, t \sim DM63, t$ の系列長 N は、 $N = 63$ である。

[0151] 特に、1 回目のクロック信号に対応する符号系列は、 $DM1, 1 \sim DM63, 1$ と表され、また、63 回目のクロック信号に対応する符号系列は、 $DM1, 63 \sim DM63, 63$ と表される。

[0152] なお、符号系列 $DM1, t \sim DM63, t$ は、63 クロック毎に同じ値を繰り返す。従って、 $t = 64$ 回目において、 $DM1, t \sim DM63, t = DM1, 64 \sim DM63, 64 = DM1, 1 \sim DM63, 1$ となる。すなわち

、64回目のクロック信号に対応する符号系列DM1, 64～DM63, 64は、1回目のクロック信号に対応する符号系列DM1, 1～DM63, 1に等しい。

[0153] まず、1回目のクロック信号から63回目のクロック信号までの期間を考える。信号処理部114sは、 $1 \leq t \leq 63$ なる t 回目のクロック信号において、線形和信号 $Y1(t)$ を取得する。そして、63回目のクロック信号が与えられた時、信号処理部114sは、 $Y1(1)$ から $Y1(63)$ までの、63個の線形和信号を保持している。

[0154] 以降、信号処理部114sが保持している63個の線形和信号を、出力信号 $YM(j)$ として表す。 j は、 $1 \leq j \leq N$ を満たす整数であり、ここでは、 $1 \leq j \leq 63$ である。信号処理部は、出力信号 $YM(j)$ を、内積演算部115sに与える。

[0155] 63回目のクロック信号が与えられた時点において、線形和信号の更新は行われていないため、 $YM(j) = Y1(j)$ である。以降、信号処理部114sにおいて、 $K = 10$ として設定されている場合を考える。

[0156] 次に、28回目のクロック信号から100回目のクロック信号までの期間において、センスラインSL1とドライブラインDL11との交点の付近に、タッチパネル120sに対する入力を与えられている場合を例示する。

[0157] この場合、28回目のクロック信号から100回目のクロック信号までの期間において、静電容量 $C1, 11$ の値は、 $2.2 \text{ pF} (=C)$ から $2.0 \text{ pF} (=C + \Delta C)$ に置き換えられる。

[0158] 図3の(a)～(h)に、それぞれの所定のクロック信号のタイミングにおいて取得された出力信号 $YM(j)$ の値（すなわち、 $YM(1) \sim YM(63)$ の値）を表すグラフを示す。横軸は、整数 j の値を示している。縦軸は、出力信号 $YM(j)$ の値を示している。なお、出力信号 $YM(j)$ は、電圧(V)を単位とする物理量である。

[0159] 図3の(a)は、63回目のクロック信号が与えられた時点における出力信号 $YM(j)$ の値を示す。そして、 $1 \leq j \leq 27$ の範囲（すなわち、タッ

チパネル120sに対する入力を与えられていない期間)において、 $Y1(j) = 0$ であるから、 $YM(j) = 0$ である。

[0160] 図3の(b)は、73回目のクロック信号が与えられた時点における出力信号 $YM(j)$ の値を示す。 $64 \leq j \leq 73$ の範囲において、 $YM(j-63) = Y1(j)$ として、出力信号 $YM(j)$ が線形和信号 $Y1(j-63)$ によって更新されている。

[0161] そして、 $64 \leq j \leq 73$ の範囲(すなわち、タッチパネル120sに対する入力を与えられている期間)において、 $Y1(j) \neq 0$ であるから、 $YM(j-63) \neq 0$ である。従って、 $(j-63)$ を j に置換することにより、 $1 \leq j \leq 10$ の範囲において、 $YM(j) \neq 0$ であることがいえる。それゆえ、 $YM(j) = 0$ となる j の範囲は、 $11 \leq j \leq 27$ となる。

[0162] 図3の(c)は、83回目のクロック信号が与えられた時点における出力信号 $YM(j)$ の値を示す。 $74 \leq j \leq 83$ の範囲において、 $YM(j-63) = Y1(j)$ として、出力信号 $YM(j)$ が線形和信号 $Y1(j-63)$ によって更新されている。

[0163] そして、 $74 \leq j \leq 83$ の範囲(すなわち、タッチパネル120sに対する入力を与えられている期間)において、 $Y1(j) \neq 0$ であるから、 $YM(j-63) \neq 0$ である。従って、 $(j-63)$ を j に置換することにより、 $11 \leq j \leq 20$ の範囲において、 $YM(j) \neq 0$ である。それゆえ、 $YM(j) = 0$ となる j の範囲は、 $21 \leq j \leq 27$ となる。

[0164] 図3の(d)は、93回目のクロック信号が与えられた時点における出力信号 $YM(j)$ の値を示す。 $84 \leq j \leq 93$ の範囲において、 $YM(j-63) = Y1(j)$ として、出力信号 $YM(j)$ が線形和信号 $Y1(j-63)$ によって更新されている。

[0165] そして、 $84 \leq j \leq 93$ の範囲(すなわち、タッチパネル120sに対する入力を与えられている期間)において、 $Y1(j) \neq 0$ であるから、 $YM(j-63) \neq 0$ である。従って、 $(j-63)$ を j に置換することにより、 $21 \leq j \leq 30$ の範囲において、 $YM(j) \neq 0$ である。それゆえ、 YM

(j) = 0となる j の範囲は、存在していない。

[0166] 図3の(e)は、103回目のクロック信号が与えられた時点における出力信号 $YM(j)$ の値を示す。 $94 \leq j \leq 103$ の範囲において、 $YM(j-63) = Y1(j)$ として、出力信号 $YM(j)$ が線形和信号 $Y1(j-63)$ によって更新されている。

[0167] そして、 $94 \leq j \leq 99$ の範囲（すなわち、タッチパネル120sに対する入力を与えられている期間）において、 $Y1(j) \neq 0$ であるから、 $YM(j-63) \neq 0$ である。従って、($j-63$)を j に置換することにより、 $31 \leq j \leq 36$ の範囲において、 $YM(j) \neq 0$ である。

[0168] 他方、 $100 \leq j \leq 103$ の範囲（すなわち、タッチパネル120sに対する入力を与えられていない期間）において、 $Y1(j) = 0$ であるから、 $YM(j-63) = 0$ である。従って、($j-63$)を j に置換することにより、 $37 \leq j \leq 40$ の範囲において、 $YM(j) = 0$ である。

[0169] 図3の(f)は、113回目のクロック信号が与えられた時点における出力信号 $YM(j)$ の値を示す。 $104 \leq j \leq 113$ の範囲において、 $YM(j-63) = Y1(j)$ として、出力信号 $YM(j)$ が線形和信号 $Y1(j-63)$ によって更新されている。

[0170] そして、 $104 \leq j \leq 113$ の範囲（すなわち、タッチパネル120sに対する入力を与えられていない期間）において、 $Y1(j) = 0$ であるから、 $YM(j-63) = 0$ である。従って、($j-63$)を j に置換することにより、 $41 \leq j \leq 50$ の範囲において、 $YM(j) = 0$ である。それゆえ、 $YM(j) = 0$ となる j の範囲は、 $37 \leq j \leq 50$ となる。

[0171] 図3の(g)は、123回目のクロック信号が与えられた時点における出力信号 $YM(j)$ の値を示す。 $114 \leq j \leq 123$ の範囲において、 $YM(j-63) = Y1(j)$ として、出力信号 $YM(j)$ が線形和信号 $Y1(j-63)$ によって更新されている。

[0172] そして、 $114 \leq j \leq 123$ の範囲（すなわち、タッチパネル120sに対する入力を与えられていない期間）において、 $Y1(j) = 0$ であるから

、 $Y_M(j-63)=0$ である。従って、 $(j-63)$ を j に置換することにより、 $51 \leq j \leq 60$ の範囲において、 $Y_M(j)=0$ である。それゆえ、 $Y_M(j)=0$ となる j の範囲は、 $37 \leq j \leq 60$ となる。

[0173] 図3の(f)は、126回目のクロック信号が与えられた時点における出力信号 $Y_M(j)$ の値を示す。 $124 \leq j \leq 126$ の範囲において、 $Y_M(j-63)=Y_1(j)$ として、出力信号 $Y_M(j)$ が線形和信号 $Y_1(j-63)$ によって更新されている。

[0174] そして、 $124 \leq j \leq 126$ の範囲（すなわち、タッチパネル120sに対する入力を与えられていない期間）において、 $Y_1(j)=0$ であるから、 $Y_M(j-63)=0$ である。従って、 $(j-63)$ を j に置換することにより、 $61 \leq j \leq 63$ の範囲において、 $Y_M(j) \neq 0$ である。それゆえ、 $Y_M(j)=0$ となる j の範囲は、 $37 \leq j \leq 63$ となる。

[0175] 図4の(a)～(h)に、それぞれの所定のクロック信号のタイミングにおいて算出された静電容量の差の推定値を表すグラフを示す。横軸は、静電容量の差($C_{1,1}-C_{2,1}$)から、静電容量の差($C_{1,18}-C_{2,18}$)までの、18通りの静電容量の差のそれぞれを示している。縦軸は、横軸に対応するそれぞれの静電容量の差の推定値を、静電容量(pF)を単位とする物理量として示している。

[0176] 以降、各クロック信号のタイミングにおいて、信号処理部114sから与えられた出力信号 $Y_M(1) \sim Y_M(63)$ に基づき、内積演算部115sによる計算の結果得られた静電容量の差($C_{1,1}-C_{2,1}$)の推定値に着目する。

[0177] 図4の(a)は、63回目のクロック信号が与えられた時点における静電容量の差の推定値の値を示す。静電容量の差($C_{1,1}-C_{2,1}$)の推定値は、0.105 pFである。

[0178] 図4の(b)は、73回目のクロック信号が与えられた時点における静電容量の差の推定値の値を示す。静電容量の差($C_{1,1}-C_{2,1}$)の推定値は、0.137 pFである。

- [0179] 図4の(c)は、83回目のクロック信号が与えられた時点における静電容量の差の推定値の値を示す。静電容量の差($C_{1,1} - C_{2,1}$)の推定値は、0.169 pFである。
- [0180] 図4の(d)は、93回目のクロック信号が与えられた時点における静電容量の差の推定値の値を示す。静電容量の差($C_{1,1} - C_{2,1}$)の推定値は、0.193 pFである。
- [0181] 図4の(e)は、103回目のクロック信号が与えられた時点における静電容量の差の推定値の値を示す。静電容量の差($C_{1,1} - C_{2,1}$)の推定値は、0.185 pFである。
- [0182] 図4の(f)は、113回目のクロック信号が与えられた時点における静電容量の差の推定値の値を示す。静電容量の差($C_{1,1} - C_{2,1}$)の推定値は、0.154 pFである。
- [0183] 図4の(g)は、123回目のクロック信号が与えられた時点における静電容量の差の推定値の値を示す。静電容量の差($C_{1,1} - C_{2,1}$)の推定値は、0.123 pFである。
- [0184] 図4の(h)は、126回目のクロック信号が与えられた時点における静電容量の差の推定値の値を示す。静電容量の差($C_{1,1} - C_{2,1}$)の推定値は、0.114 pFである。
- [0185] 内積演算部115sは、図4の(a)～(h)のそれぞれに示された、18通りの静電容量の差の推定値を、推定値評価部116sに与える。そして、推定値評価部116sは、それぞれのクロック信号のタイミングにおける、18通りの静電容量の差の推定値の標準偏差を算出する。
- [0186] 図4の(a)に示された、63回目のクロック信号が与えられた時点における静電容量の差の推定値の標準偏差は、0.0125 pFである。
- [0187] 図4の(b)に示された、73回目のクロック信号が与えられた時点における静電容量の差の推定値の標準偏差は、0.0121 pFである。
- [0188] 図4の(c)に示された、83回目のクロック信号が与えられた時点における静電容量の差の推定値の標準偏差は、0.0083 pFである。

- [0189] 図4の(d)に示された、93回目のクロック信号が与えられた時点における静電容量の差の推定値の標準偏差は、0.000 pFである。
- [0190] 図4の(e)に示された、103回目のクロック信号が与えられた時点における静電容量の差の推定値の標準偏差は、0.003 pFである。
- [0191] 図4の(f)に示された、113回目のクロック信号が与えられた時点における静電容量の差の推定値の標準偏差は、0.0094 pFである。
- [0192] 図4の(g)に示された、123回目のクロック信号が与えられた時点における静電容量の差の推定値の標準偏差は、0.0103 pFである。
- [0193] 図4の(h)に示された、126回目のクロック信号が与えられた時点における静電容量の差の推定値の標準偏差は、0.0109 pFである。
- [0194] 推定値評価部116sは、64回目から126回目までのクロック信号が与えられた時点における、それぞれの静電容量の差の推定値の標準偏差の大きさを比較する。
- [0195] そして、推定値評価部116sは、静電容量の差の推定値の標準偏差が最小となる、93回目のクロック信号が与えられた時点における静電容量の差の推定値を、64回目から126回目までの、63回のクロック信号が与えられた時点における静電容量の差の推定値の代表値として決定する。
- [0196] すなわち、推定値評価部116sは、93回目のクロック信号が与えられた時点における静電容量の差の推定値 $(C_1, 1 - C_2, 1) = 0.193$ pFを、64回目から126回目までの、63回のクロック信号が与えられた時点における静電容量の差の推定値の代表値として決定する。
- [0197] すなわち、推定値評価部116sは、64回目から126回目までの、63回のクロック信号が与えられた時点における静電容量の差の推定値は、93回目のクロック信号が与えられた時点における静電容量の差の推定値 $(C_1, 1 - C_2, 1) = 0.193$ pFであるとして決定する。
- [0198] なお、推定値評価部116sは、所定の静電容量閾値TC（例えば、 ± 0.05 pF）以下の静電容量の推定値についてのみ、標準偏差を算出してもよい。静電容量閾値TCは、タッチパネルシステム100においてあらかじめ

め定められた固有の値であってもよいし、タッチパネルシステム100の外部に設けられたプロセッサ等（例えば、後述の図5のCPU310）によって変更可能な値であってもよい。

[0199] また、1回目から63回目までのクロック信号が与えられた時点においては、10回ごとの出力信号 $Y_M(j)$ の更新が行われていない。このため、推定値評価部116sは、63回目のクロック信号が与えられた時点における静電容量の差の推定値を、1回目から63回目までのクロック信号が与えられた時点における静電容量の差の推定値の代表値として決定する。

[0200] すなわち、推定値評価部116sは、1回目から63回目までの、63回のクロック信号が与えられた時点における静電容量の差の推定値の代表値を、 $(C_1, 1 - C_2, 1) = 0.105 \text{ pF}$ と決定する。

[0201] 上述のようにして、タッチパネルシステム100において、系列長 $N=63$ の符号系列に基づく静電容量の推定を、より高精度に行うことができる。

[0202] 〔変形例〕

実施形態1では、標準偏差が最小となる静電容量の推定値が、静電容量の推定値の代表値として用いられている。これに対して、静電容量の推定値の代表値として、静電容量の推定値の平均値を用いてもよい。

[0203] 例えば、64回目から126回目までの静電容量の推定値の代表値として、73回目、83回目、93回目、103回目、113回目、123回目、126回目のクロック信号が与えられた時点における静電容量の推定値の平均値を用いることができる。

[0204] この場合、静電容量の推定値の代表値 $(C_1, 11 - C_2, 11)$ の値は、 0.154 pF となる。また、静電容量の推定値の平均値の標準偏差は、 0.003 pF となる。

[0205] 静電容量の推定値の平均値の標準偏差 (0.003 pF) は、実施形態1に示された126回目のクロック信号が与えられた時点における静電容量の値の標準偏差 (0.0109 pF) よりも小さい。すなわち、静電容量の推定値の平均値を、静電容量の推定値の代表値として選択することにより、さ

らに正確な静電容量の値が推定され得る。

[0206] また、実施形態1では、系列長Nの回数と等しいクロックごとの静電容量の推定値を、タッチパネルシステム100sの出力としている。これに対して、K回のクロックごとの静電容量の推定値を、タッチパネルシステム100sの出力とする構成としてもよい。

[0207] 上述の構成により、タッチパネルシステム100sは、系列長Nよりも少ない回数Kのクロックごとに、静電容量の推定値を出力する。このため、上述の構成を有するタッチパネルシステム100sは、時間変化が速い信号（例えば、素早いタッチ入力）に対応することができる。

[0208] 上述の効果について、特許文献1に開示されたタッチパネルシステム1000との比較に基づき説明を行う。特許文献1に開示されたタッチパネルシステム1000では、N回のドライブラインの駆動ごとに、静電容量推定値が算出されていた。

[0209] すなわち、タッチパネルシステム1000では、はじめに、N回のドライブラインの駆動によって得られた、N個の線形和信号 $S_{1,1}$ 、 $S_{1,2}$ 、 $S_{1,3}$ 、…、 $S_{1,(N-1)}$ 、 $S_{1,N}$ に基づき、静電容量推定値が算出される。

[0210] そして、続くN回のドライブラインの駆動によって得られた、N個の線形和信号 $S_{2,1}$ 、 $S_{2,2}$ 、 $S_{2,3}$ 、…、 $S_{2,(N-1)}$ 、 $S_{2,N}$ に基づき、次の静電容量推定値が算出される。

[0211] これに対して、実施形態1のタッチパネルシステム100sにおいて、例えば、 $K=1$ とした場合を考える。

[0212] タッチパネルシステム100sでは、はじめに、N回のドライブラインの駆動によって得られた、N個の線形和信号 $S_{1,1}$ 、 $S_{1,2}$ 、 $S_{1,3}$ 、…、 $S_{1,(N-1)}$ 、 $S_{1,N}$ が保持される。

[0213] そして、次の1回のドライブラインの駆動によって得られた、1つの最新の線形和信号 $S_{2,1}$ によって、すでに保持した1つの線形和信号 $S_{1,1}$ が更新される。そして、N個の線形和信号 $S_{2,1}$ 、 $S_{1,2}$ 、 $S_{1,3}$ 、

…、 S_1 、 $(N-1)$ 、 S_1 、 N に基づき、次の静電容量推定値が算出される。

[0214] 従って、タッチパネルシステム 100s では、1 回のドライブラインの駆動ごとに、静電容量推定値が算出される。このため、実施形態 1 のタッチパネルシステム 100s によれば、特許文献 1 に開示されたタッチパネルシステム 1000 に比べて、さらに時間変化が速い信号に対応することができる。

[0215] また、実施形態 1 では、信号処理部 114s は、 N 個の線形和信号を保持し、 K 回のクロックごとに K 個の線形和信号を更新している。これに対して、信号処理部 114s が、 N 個よりも多くの線形和信号を保持し、そのうちの N 個の線形和信号を内積演算部 115s に与える構成としてもよい。

[0216] また、実施形態 1 では、 $K=10$ のケースについて例示されているが、 K の値は、タッチパネルシステム 100 または 100s の仕様に応じて、適宜選択されてよい。

[0217] K の値を小さくした場合、信号処理部 114s における線形和信号の更新が、より高頻度に行われる。従って、タッチパネルシステム 100s は、より高速に時間変化する信号に追従することができる。

[0218] なお、 K の値を小さくした場合、内積演算部 115s および推定値評価部 116s において、より多数の演算回数が必要となる。従って、小さい K の値を選定したタッチパネルシステム 100s は、大きい消費電力、多くのメモリ消費量（または、メモリを搭載するための大きい回路面積）を許容可能な、高性能な電子機器に搭載されることが好ましい。

[0219] 他方、 K の値を大きくした場合、タッチパネルシステム 100s の信号に対する追従性は低下するものの、内積演算部 115s および推定値評価部 116s において必要とされる演算回数が低減されるという利点が得られる。

[0220] 従って、大きい K の値を選定したタッチパネルシステム 100s は、小さい消費電力、少ないメモリ消費量（または、メモリを搭載するための少ない回路面積）によって駆動される、高い性能が特に要求されない電子機器に搭

載されることが好ましい。

[0221] このため、タッチパネルシステム 100s において、信号に対する追従性と、要求される性能とのトレードオフを考慮し、K の値を選定することが好ましい。

[0222] 特に、「 $0 < K < N/2$ 」の範囲において、K の値を選定することが好ましい。これは、「 $0 < K < N/2$ 」とすれば、信号処理部 114s において、出力信号において、更新された線形和信号の一部が、次の更新においてさらに更新されるという状況が発生しないためである。

[0223] また、実施形態 1 では、M 系列符号に基づく符号系列が用いられている。M 系列符号によれば、直列に接続されたシフトレジスタを用いることにより、符号系列を容易に生成することができる。このため、M 系列符号を用いた場合、符号系列を生成するための回路を容易に構成できるという利点がある。

[0224] 他方、実施形態 1 において、M 系列符号以外に基づいて符号系列が生成されてもよい。例えば、ウォルシュ (Walsh) 符号またはアダマール (Hadamard) 符号に基づいて、符号系列が生成されてもよい。

[0225] ウォルシュ符号またはアダマール符号を用いた場合、生成された符号系列は、符号間の相関が 0 であるという性質を有している。なお、M 系列符号に基づく符号系列において、符号間の相関は 0 ではない。

[0226] このため、ウォルシュ符号またはアダマール符号に基づく符号系列が用いられることにより、各ドライブラインの信号に、別のドライブラインの信号に起因する誤差が含まれず、各種演算の精度をさらに向上させることができるという利点がある。

[0227] なお、ウォルシュ符号またはアダマール符号が用いられた場合、M 系列符号が用いられた場合とは異なり、シフトレジスタを用いて容易に符号系列を生成することができない。このため、符号系列の各成分を格納するためのメモリがさらに必要となり、符号を生成するための回路面積の増大が要求される。

[0228] 従って、ウォルシュ符号またはアダマール符号に基づく符号系列が用いられるタッチパネルシステム 100s は、多くのメモリ消費量（または、メモリを搭載するための大きい回路面積）を許容可能な、高性能な電子機器に搭載されることが好ましい。

[0229] 他方、M 系列符号に基づく符号系列が用いられるタッチパネルシステム 100s は、少ないメモリ消費量（または、メモリを搭載するための少ない回路面積）によって駆動される、高い性能が特に要求されない電子機器に搭載されることが好ましい。

[0230] また、実施形態 1 において、線形和出力を増幅する増幅器としては、差動増幅器（例えば、差動増幅器 112a、112b、112s）が用いられている。これに対して、実施形態 1 において、増幅器として、シングルエンドの増幅器を用いてもよい。

[0231] また、実施形態 1 に記載のタッチパネルコントローラ 110 または 110s を含んだ集積回路も、本発明の技術的範囲に含まれる。従って、実施形態 1 に記載のタッチパネルコントローラ 110 または 110s は、IC（Integrated Circuit）チップ等の集積回路によって実現されてもよい。

[0232] 〔実施形態 2〕

本発明の他の実施形態について、図 5 に基づいて説明すれば、以下の通りである。なお、説明の便宜上、前記実施形態にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。図 5 は、実施形態 1 に記載のタッチパネルシステム 100 を備えた電子機器の一例としての携帯電話機 300（電子機器）の構成を示す機能ブロック図である。

[0233] 携帯電話機 300 は、CPU（Central Processing Unit）310、カメラ 313、マイクロフォン 314、スピーカ 315、操作部 316、表示パネル 318、表示制御回路 309、ROM（Read Only Memory）311、RAM（Random Access Memory）312、およびタッチパネルシステム 100 を備えている。

[0234] 携帯電話機 300 が備える各構成要素は、相互にデータバスによって接続

されている。なお、図6には示されていないが、携帯電話機300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ースを備える構成としてもよい。

[0235] CPU310は、携帯電話機300の動作を制御する。CPU310は、たとえばROM311に格納されたプログラムを実行する。操作部316は、携帯電話機300のユーザによる指示の入力を受け付ける入力デバイスであり、例えば各種の操作キーまたはボタンである。

[0236] ROM311は、EPROM (Erasable Programmable ROM) 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であり、データを不揮発的に格納する。RAM312は、CPU310によるプログラムの実行により生成されたデータ、または操作部316を介して入力されたデータを揮発的に格納する。

[0237] カメラ313は、ユーザによる操作部316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、RAM312または外部メモリ（例えば、メモリカード）に格納される。

[0238] マイクフォン314は、ユーザの音声の入力を受付ける。携帯電話機300は、当該入力されたアナログデータとしての音声信号をデジタル化する。そして、携帯電話機300は、通信対象（例えば、他の携帯電話機）に、デジタル化信号としての音声信号を送る。スピーカ315は、例えば、RAM312に記憶された音楽データ等に基づき、アナログ信号としての音声信号を出力する。

[0239] 表示パネル318は、表示制御回路309により、ROM311、RAM312に格納されている画像を表示する。表示パネル318は、タッチパネル120に重ねられていてもよいし、または、タッチパネル120を内蔵していてもよい。なお、タッチパネルコントローラ110において生成されたタッチパネル120上のタッチ位置を示すタッチ認識信号に、操作部316が操作されたことを示す信号と同じ役割を持たせることもできる。

[0240] タッチパネルシステム100は、タッチパネルコントローラ110および

タッチパネル１２０を有している。タッチパネルシステム１００の動作は、ＣＰＵ３１０によって制御されている。

[0241] なお、デジタル化された線形和信号に基づき、静電容量推定値を決定する処理は、タッチパネルコントローラ１１０の外部に設けられたＣＰＵ３１０によって実行されてもよい。

[0242] すなわち、実施形態１においてタッチパネルコントローラ１１０が備えていた信号処理部１１４ａおよび１１４ｂ、内積演算部１１５ａおよび１１５ｂ、ならびに、推定値評価部１１６ａおよび１１６ｂは、ＣＰＵ３１０に設けられてもよい。

[0243] この場合、タッチパネルコントローラ１１０は、デジタル化された線形和信号を、ＡＤ変換部１１３ａおよび１１３ｂから、ＣＰＵ３１０に設けられた信号処理部１１４ａおよび１１４ｂに与える。

[0244] そして、ＣＰＵ３１０は、信号処理部１１４ａおよび１１４ｂ、内積演算部１１５ａおよび１１５ｂ、ならびに、推定値評価部１１６ａおよび１１６ｂのそれぞれにおいて、実施形態１と同様の処理を行う。

[0245] 本実施形態の携帯電話機３００は、タッチパネルシステム１００を備えていることにより、静電容量を正確に推定することができる。従って、携帯電話機３００は、ユーザによる、タッチパネルシステム１００に対する入力操作を正確に認識することができる。従って、携帯電話機３００は、ユーザが所望する処理を、正確に実行することができる。

[0246] 本実施形態において、タッチパネルシステム１００を備えた電子機器の一例としての携帯電話機３００は、カメラ付き携帯電話機またはスマートフォン等であるが、タッチパネルシステム１００を備えた電子機器はこれらに限定されない。例えば、タブレットなどの携帯端末装置や、ＰＣモニタ、サイネージ、電子黒板、インフォメーションディスプレイ等の情報処理装置もまた、タッチパネルシステム１００を備えた電子機器に含まれる。

[0247] 〔実施形態３〕

携帯電話機３００の制御ブロック（特にＣＰＵ３１０）は、集積回路（Ｉ

Cチップ)等に形成された論理回路(ハードウェア)によって実現してもよいし、CPUを用いてソフトウェアによって実現してもよい。

[0248] 後者の場合、携帯電話機300は、各機能を実現するソフトウェアであるプログラムの命令を実行するCPU、上記プログラムおよび各種データがコンピュータ(またはCPU)で読み取り可能に記録されたROMまたは記憶装置(これらを「記録媒体」と称する)、上記プログラムを展開するRAMなどを備えている。そして、コンピュータ(またはCPU)が上記プログラムを上記記録媒体から読み取って実行することにより、本発明の目的が達成される。上記記録媒体としては、「一時的でない有形の媒体」、例えば、テープ、ディスク、カード、半導体メモリ、プログラマブルな論理回路などを用いることができる。また、上記プログラムは、該プログラムを伝送可能な任意の伝送媒体(通信ネットワークや放送波等)を介して上記コンピュータに供給されてもよい。なお、本発明は、上記プログラムが電子的な伝送によって具現化された、搬送波に埋め込まれたデータ信号の形態でも実現され得る。

[0249] [まとめ]

本発明の態様1に係るタッチパネルコントローラ(110)は、系列長N(Nは整数)の符号系列に基づき、M本(Mは2以上の整数)のドライブライン(DL1~DLM)をN回駆動することにより、上記M本のドライブラインと1本のセンスライン(例えば、SL1)との交点にそれぞれ形成されるM個の静電容量(例えば、C1, 1~C1, M)に関するN個の線形和信号を、上記センスラインから出力させる駆動部(111)と、上記N個の線形和信号を保持した後、K個(Kは、 $0 < K < N$ を満たす整数)の線形和信号を、上記駆動部が上記ドライブラインをK回駆動するごとに得られる最新のK個の線形和信号によって順次に更新することにより、K個の更新後の線形和信号と、(N-K)個の更新前の線形和信号と、からなるN個の出力信号を出力する信号処理部(114a, 114b)と、上記N個の出力信号と上記符号系列の内積演算を行うことにより、上記M個の静電容量の値の推定

値としての静電容量推定値を算出する内積演算部（115a, 115b）と、を備えていることを特徴としている。

[0250] 上記の構成によれば、タッチパネルコントローラにおいて、駆動部が系列長Nの符号系列に基づき、M本のドライブラインをN回駆動することによって、M本のドライブラインと1本のセンスラインとの交点にそれぞれ形成されるM個の静電容量に関するN個の線形和信号が、センスラインから出力される。

[0251] 信号処理部は、センスラインから出力されたN個の線形和信号を保持する。その後、駆動部がドライブラインをK回駆動し、最新のK個の線形和信号がセンスラインから出力されるごとに、信号処理部は、すでに保持しているN個の線形和信号のうち、K個の線形和信号を、最新のK個の線形和信号によって順次に更新する。

[0252] そして、信号処理部は、K個の更新後の線形和信号と、(N-K)個の更新前の線形和信号とからなるN個の線形和信号を、N個の出力信号として出力する。

[0253] 内積演算部は、上記出力信号と上記符号系列の内積演算、すなわち、N個の出力信号と、系列長Nの符号系列との、N次元ベクトル同士での内積演算を行い、M個の静電容量の値の推定値としての静電容量推定値を算出する。すなわち、内積演算部は、出力信号に含まれる最新の線形和信号である、K個の更新後の線形和信号を用いて、内積演算を行っている。

[0254] 他方、特許文献1に記載の従来のタッチパネルシステムにおけるタッチパネルコントローラによれば、駆動部がドライブラインをN回駆動するごとに、内積演算が行われる。このため、N回のドライブラインの駆動の途中に、一時的な静電容量の変化が生じた場合、一時的な静電容量に起因する静電容量推定値の誤差が、無視できない程度の大きさとなり得るという問題があった。

本発明の一態様に係るタッチパネルコントローラによれば、K個の更新後の線形和信号を用いて内積演算が行われる。従って、N回のドライブライン

の駆動の途中に、一時的な静電容量の変化が生じた場合、一時的な静電容量に起因する静電容量推定値の誤差の大きさの程度を、従来のタッチパネルコントローラに比べて、さらに抑制することができる。

[0255] それゆえ、本発明の一態様に係るタッチパネルコントローラによれば、静電容量をより正確に推定することができる。

[0256] また、本発明の態様 2 に係るタッチパネルコントローラは、上記態様 1 において、複数の上記静電容量推定値の中から、静電容量推定値の代表値を決定する推定値評価部（116a, 116b）をさらに備えていてもよい。

[0257] 上記の構成によれば、推定値評価部によって決定された静電容量推定値の代表値を、静電容量推定値として用いることにより、静電容量推定値の精度をさらに向上させることができる。

[0258] また、本発明の態様 3 に係るタッチパネルコントローラは、上記態様 2 において、上記推定値評価部が、複数の上記静電容量推定値の標準偏差を算出し、上記標準偏差が最小である上記静電容量推定値を、上記静電容量推定値の代表値として決定してもよい。

[0259] 上記の構成によれば、推定値評価部によって、標準偏差が最小である静電容量推定値が決定されるため、誤差の影響が抑制された、精度の高い静電容量推定値を得ることができる。

[0260] また、本発明の態様 4 に係るタッチパネルコントローラは、上記態様 2 において、上記推定値評価部が、複数の上記静電容量推定値の分散を算出し、上記分散が最小である上記静電容量推定値を、上記静電容量推定値の代表値として決定してもよい。

[0261] 上記の構成によれば、推定値評価部によって、分散が最小である静電容量推定値が決定されるため、誤差の影響が抑制された、精度の高い静電容量推定値を得ることができる。

[0262] また、本発明の態様 5 に係るタッチパネルコントローラは、上記態様 2 において、上記推定値評価部が、複数の上記静電容量推定値の平均値を算出し、上記平均値を、上記静電容量推定値の代表値として決定してもよい。

- [0263] 上記の構成によれば、推定値評価部によって、複数の静電容量推定値の平均値としての静電容量推定値が決定されるため、誤差の影響が抑制された、精度の高い静電容量推定値を得ることができる。
- [0264] また、本発明の態様6に係るタッチパネルコントローラは、上記態様1から5のいずれか1つにおいて、上記符号系列が、M系列符号に基づき生成されているもよい。
- [0265] 上記の構成によれば、M系列符号に基づいて符号系列を生成するための回路は、シフトレジスタ等によって実現できるため、符号系列を生成するための回路の構成を容易化できる。
- [0266] また、本発明の態様7に係るタッチパネルコントローラは、上記態様1から5のいずれか1つにおいて、上記符号系列が、ウォルシュ符号またはアダマール符号に基づき生成されているもよい。
- [0267] 上記の構成によれば、符号間の相関が0である符号系列が、ウォルシュ符号またはアダマール符号に基づいて生成される。従って、各ドライブラインの信号に、別のドライブラインの信号に起因する誤差が含まれず、タッチパネルコントローラにおける各種演算の精度をさらに向上させることができる。
- [0268] また、本発明の態様8に係るタッチパネルコントローラは、上記態様1から7のいずれか1つにおいて、Kの値が、 $0 < K < N / 2$ であるように設定されているもよい。
- [0269] 上記の構成によれば、出力信号において、更新された線形和信号の一部が、次の更新においてさらに更新されるという状況が回避されるため、内積演算部における内積演算を有効に行うことができる。
- [0270] また、本発明の態様9に係る集積回路は、上記態様1から8のいずれか1つに係るタッチパネルコントローラを含んでいてもよい。
- [0271] また、本発明の態様10に係るタッチパネルシステムは、上記態様1から8のいずれか1つに係るタッチパネルコントローラと、M本（Mは2以上の整数）のドライブラインおよびP本（Pは1以上の整数）のセンスラインを

有するタッチパネルと、を備えていてもよい。

[0272] また、本発明の態様 11 に係る電子機器は、上記態様 10 に係るタッチパネルシステムを含んでいてもよい。

[0273] また、上記態様 11 に係る電子機器は、コンピュータによって実現してもよく、この場合には、コンピュータを上記電子機器が備える各部として動作させることにより上記電子機器をコンピュータにて実現させる電子機器の制御プログラム、およびそれを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体も、本発明の範疇に入る。

[0274] [付記事項]

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。さらに、各実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を組み合わせることにより、新しい技術的特徴を形成することができる。

[0275] なお、本発明は、以下のようにも表現できる。

[0276] すなわち、本発明の一態様に係るタッチパネルコントローラは、M本のドライブライン（Mは2以上の整数）と1本のセンスラインとの間にそれぞれ形成されるM個の静電容量を、N個のM次元ベクトル（Nは整数）により並列駆動し、前記M個の静電容量に蓄積された電荷に基づくN個の線形和信号を前記センスラインから出力させる駆動部を備えたタッチパネルコントローラであって、前記第1の線形和信号と、M個のN次元ベクトルとの内積演算により、前記M個の静電容量の値を推定する内積演算部を備え、ドライブラインをK回駆動するごとに（Kは整数、かつ、 $0 < K < N$ ）、前記線形和信号の値の一部が異なる新たな線形和信号を得て、前記新たな線形和信号とM個のN次元ベクトルとの内積演算により、前記M個の静電容量の値を推定する。

[0277] また、本発明の一態様に係るタッチパネルコントローラは、ドライブラインをK回駆動するごとに得た、複数の静電容量の推定値のうち、エラーが少

ない推定値を選択して出力する。

[0278] また、本発明の一態様に係るタッチパネルコントローラは、前記エラーの少ない信号を、容量推定値の標準偏差に基づいて選択する。

[0279] また、本発明の一態様に係るタッチパネルコントローラは、K回駆動するごとに得た、複数の静電容量の平均値を出力する。

[0280] また、本発明の一態様に係るタッチパネル装置は、タッチパネルコントローラと、前記タッチパネルコントローラにより制御されるタッチパネルと、を備える。

[0281] また、本発明の一態様に係る電子機器は、タッチパネルコントローラと、前記タッチパネルコントローラにより制御されるタッチパネルと、を備える。

産業上の利用可能性

[0282] 本発明は、タッチパネルコントローラ、ならびに、タッチパネルコントローラを含んだ集積回路、タッチパネルシステム、および電子機器に利用することができる。

符号の説明

- [0283] 100, 100s タッチパネルシステム
110, 110s タッチパネルコントローラ
111, 111s 駆動部
114a, 114b, 114s 信号処理部
115a, 115b, 115s 内積演算部
116a, 116b, 116s 推定値評価部
120, 120s タッチパネル
300 携帯電話機（電子機器）
M 整数（ドライブラインの本数を表す整数）
N 整数（符号系列の符号長を表す整数）
K 整数（線形和信号を更新すべき間隔を表す整数）

請求の範囲

[請求項1] 系列長 N (N は整数)の符号系列に基づき、 M 本 (M は2以上の整数)のドライブラインを N 回駆動することにより、上記 M 本のドライブラインと1本のセンスラインとの交点にそれぞれ形成される M 個の静電容量に関する N 個の線形和信号を、上記センスラインから出力させる駆動部と、

上記 N 個の線形和信号を保持した後、 K 個 (K は、 $0 < K < N$ を満たす整数)の線形和信号を、上記駆動部が上記ドライブラインを K 回駆動するごとに得られる最新の K 個の線形和信号によって順次に更新することにより、 K 個の更新後の線形和信号と、 $(N - K)$ 個の更新前の線形和信号と、からなる N 個の出力信号を出力する信号処理部と、

上記出力信号と上記符号系列との内積演算を行うことにより、上記 M 個の静電容量の値の推定値としての静電容量推定値を算出する内積演算部と、を備え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] 複数の上記静電容量推定値の中から、静電容量推定値の代表値を決定する推定値評価部をさらに備えていることを特徴とする請求項1に記載のタッチパネルコントローラ。

[請求項3] 上記推定値評価部は、複数の上記静電容量推定値の標準偏差を算出し、

上記標準偏差が最小である上記静電容量推定値を、上記静電容量推定値の代表値として決定することを特徴とする請求項2に記載のタッチパネルコントローラ。

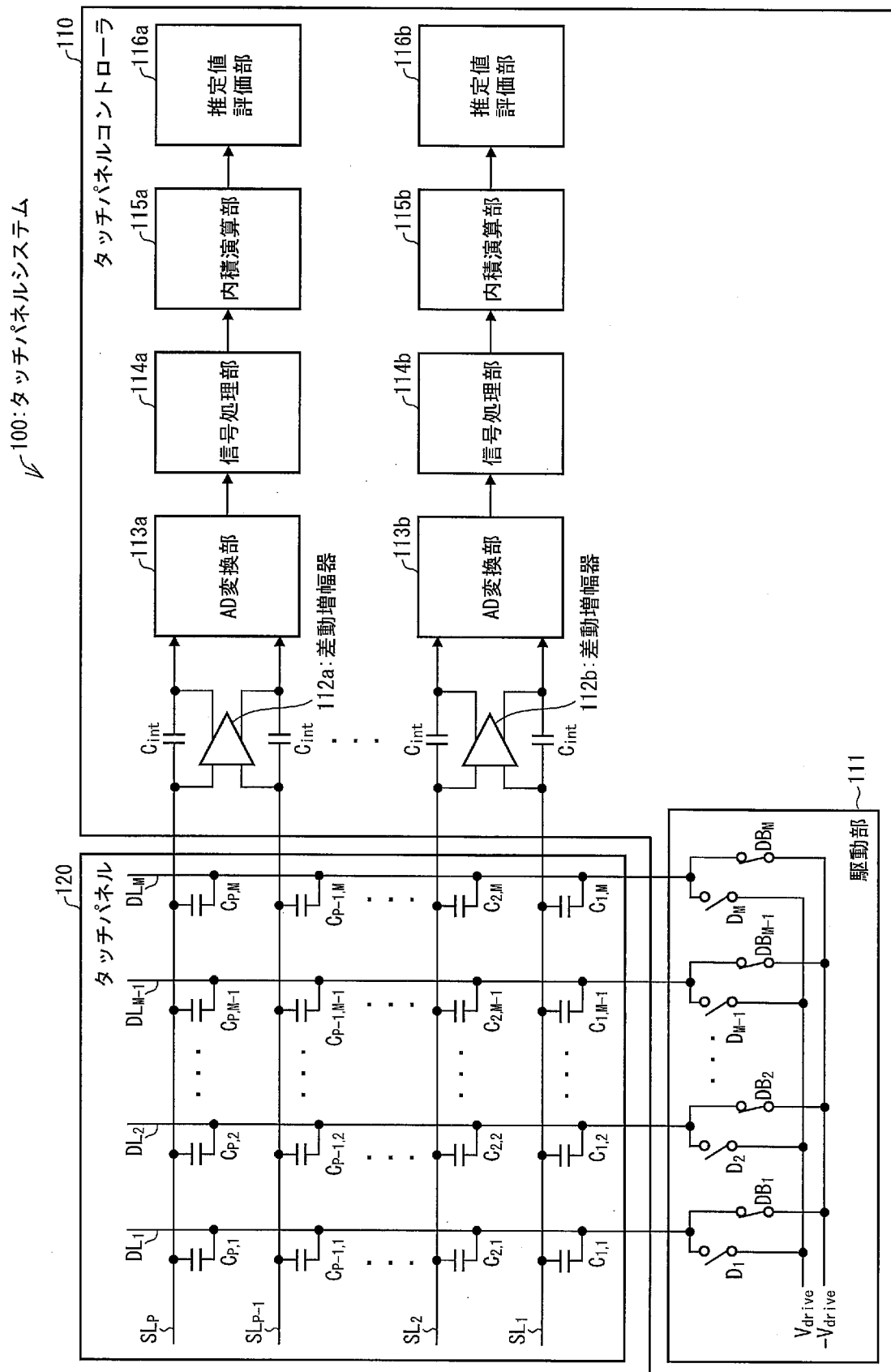
[請求項4] 請求項1から3のいずれか1項に記載のタッチパネルコントローラと、

M 本 (M は2以上の整数)のドライブラインおよび P 本 (P は1以上の整数)のセンスラインを有するタッチパネルと、を備えているこ

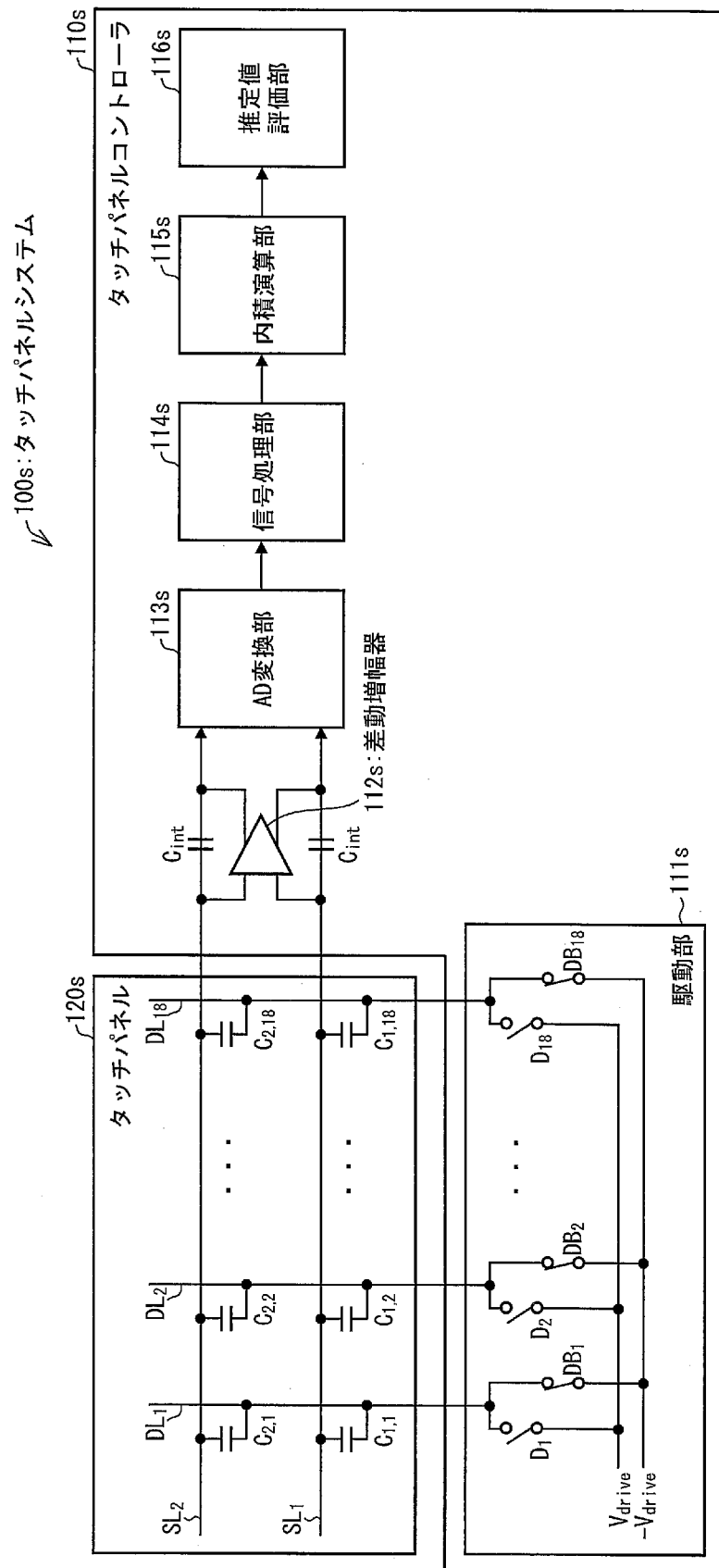
とを特徴とするタッチパネルシステム。

[請求項5] 請求項4に記載のタッチパネルシステムを含んでいることを特徴とする電子機器。

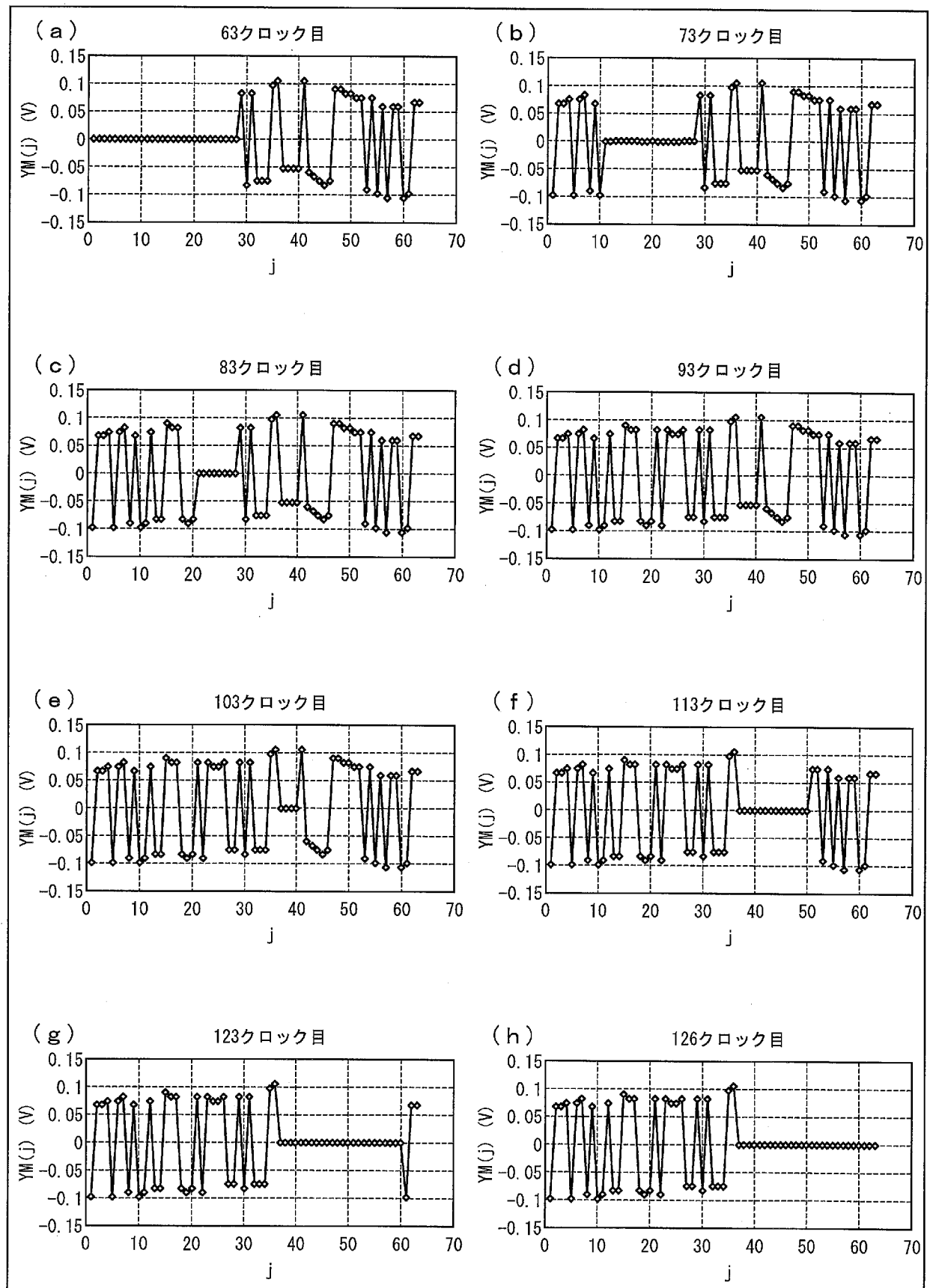
[図1]



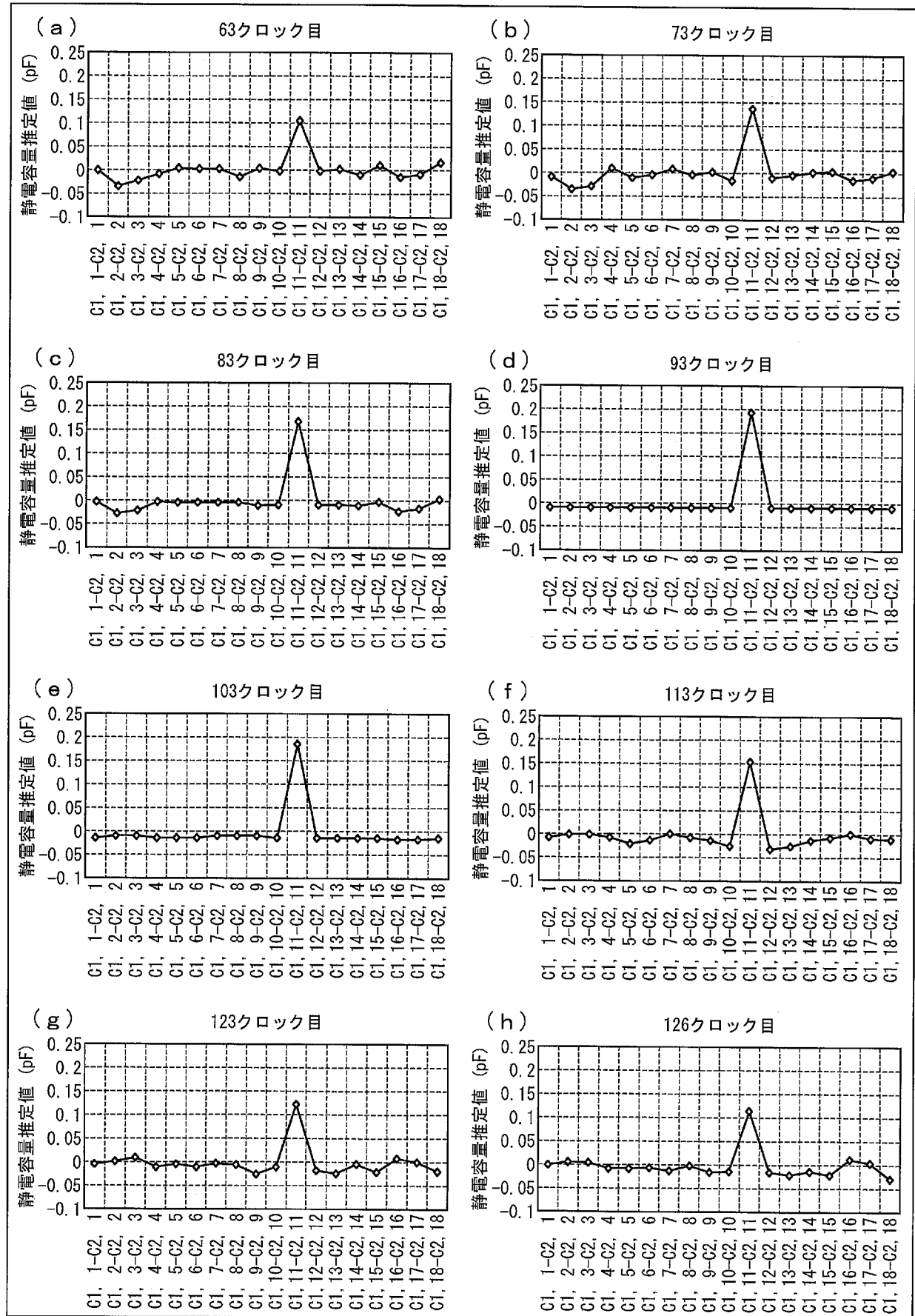
[図2]



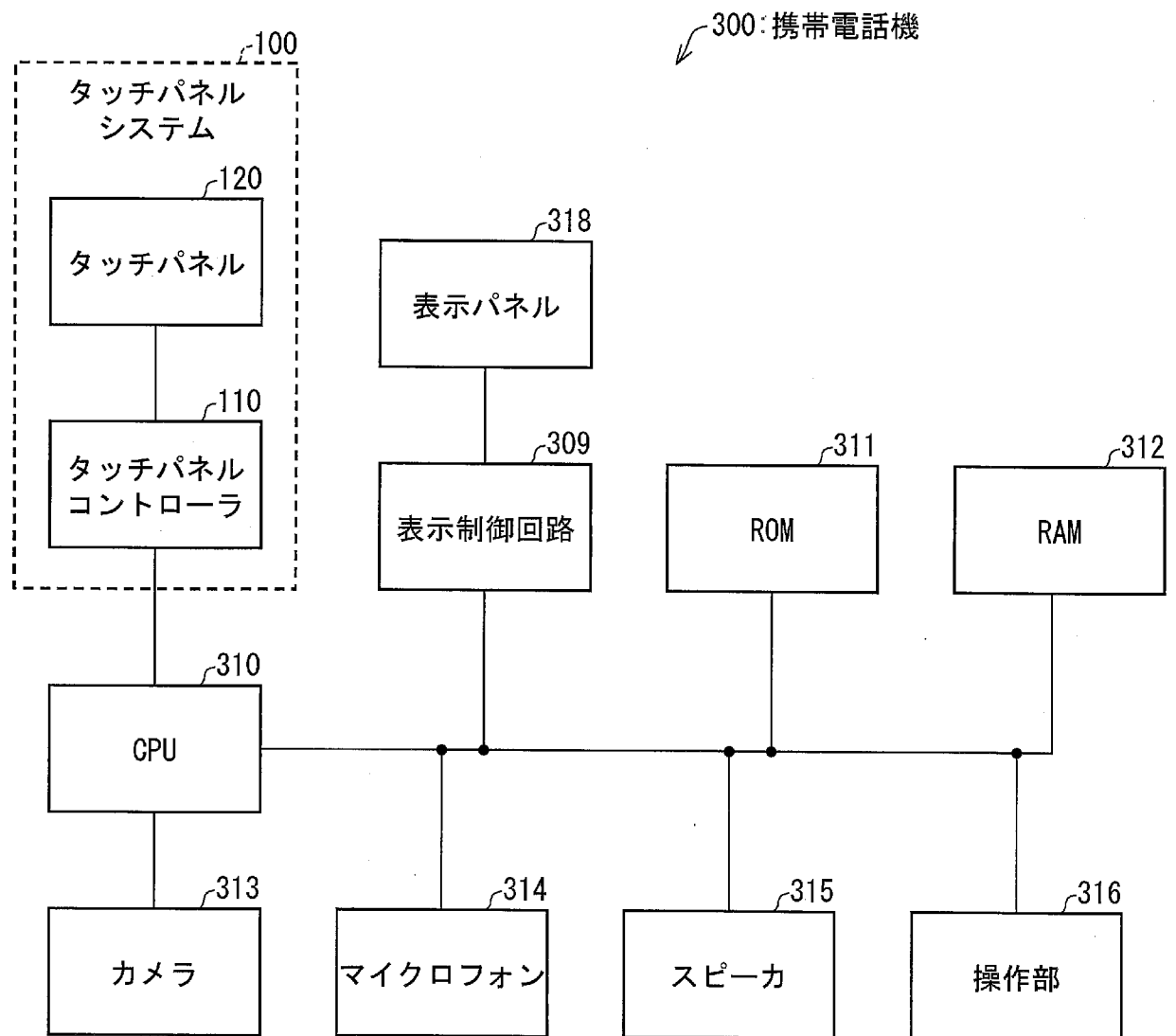
[図3]



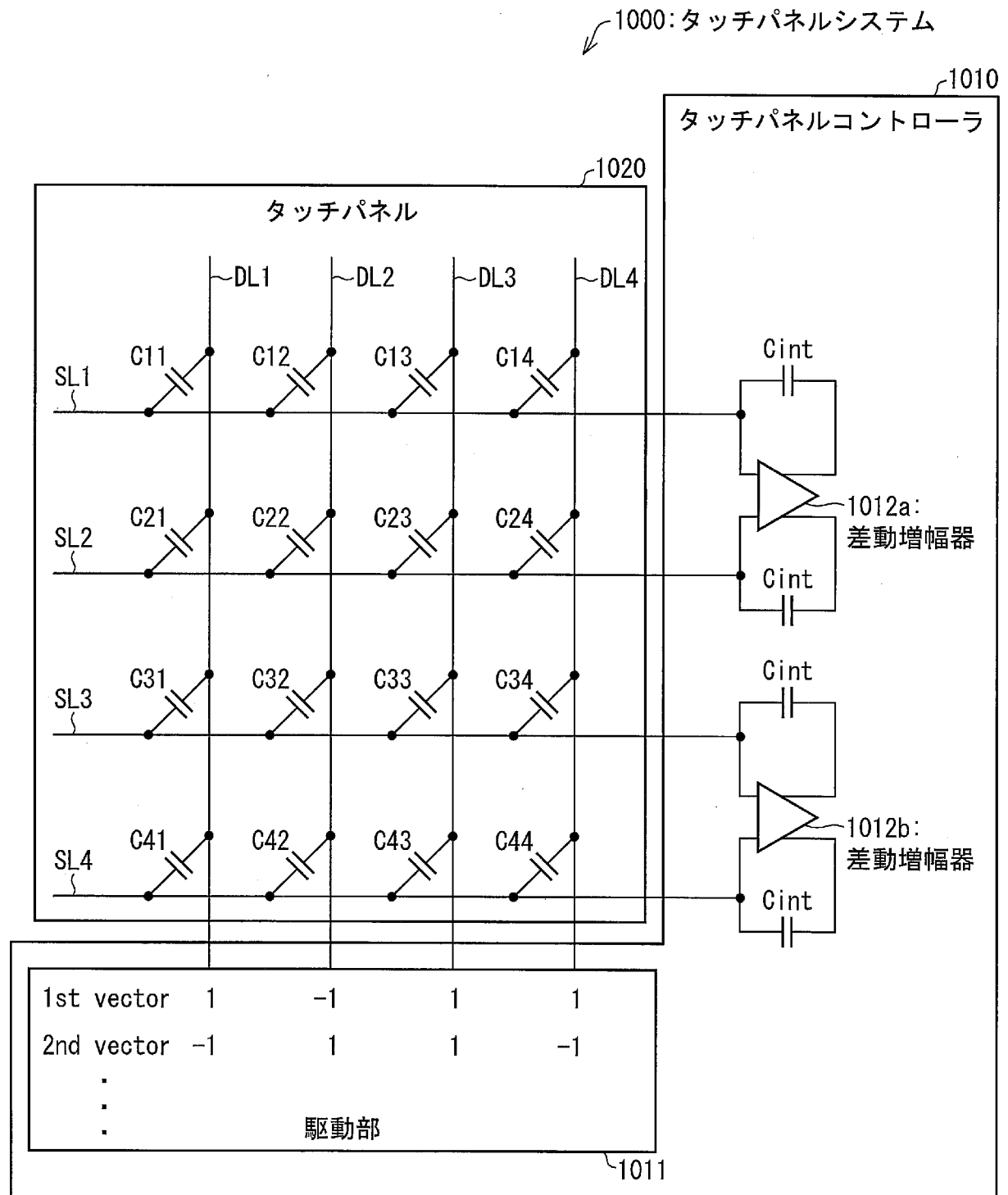
[図4]



[図5]



[図6]



[illegible]

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/060170

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.
A	JP 2012-247870 A (Sharp Corp.), 13 December 2012 (13.12.2012), paragraphs [0013], [0056] to [0058] & WO 2012/160839 A1	1-5
A	JP 2013-97687 A (Sharp Corp.), 20 May 2013 (20.05.2013), claim 4; paragraphs [0016] to [0017], [0073] (Family: none)	1-5
A	JP 2013-77286 A (Sharp Corp.), 25 April 2013 (25.04.2013), paragraphs [0062], [0065] & US 2013/0063375 A1	1-5

☐ 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.

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	1971-2014年
日本国実用新案登録公報	1996-2014年
日本国登録実用新案公報	1994-2014年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2012-247870 A（シャープ株式会社）2012.12.13, 段落13, 56-58 & WO 2012/160839 A1	1-5
A	JP 2013-97687 A（シャープ株式会社）2013.05.20, 請求項4, 段落16-17, 73（ファミリーなし）	1-5
A	JP 2013-77286 A（シャープ株式会社）2013.04.25, 段落62, 65 & US 2013/0063375 A1	1-5

☐ 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

12.06.2014

国際調査報告の発送日

24.06.2014

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）

若林 治男

5 E

4190

電話番号 03-3581-1101 内線 3521