

R8C/38T-A グループ

タッチ検出調整フローチャート

R01AN1532JJ0100
Rev.1.00
2013.03.01

要旨

タッチパネルマイコン R8C/38T-A グループは、タッチ電極と人体の間に発生する浮遊容量を測定することで人体の接触を検知するハードウェア（センサーコントロールユニット、以下 SCU）を内蔵しています。本フローチャートは、R8C/3xT、R8C/3xT-A で採用した静電容量式タッチセンサ測定方法を行うまでの過程について説明します。

対象デバイス

R8C/33T、R8C/3JT、R8C/3NT、R8C/36T-A、R8C/38T-A グループ

目次

1.	外付け回路定数とタッチ感度	2
1.1	タッチによる静電容量 ΔC_x の重要性	2
1.2	寄生容量 C_x	2
2.	タッチ感度調整	4
2.1	タッチ感度調整フローチャート	4
2.2	充放電コンデンサ C_c の容量調整	6
2.3	放電制御抵抗 R_c の調整	7
2.4	比較コンデンサ C_r 容量	8
2.5	計測値確認	11
2.6	タッチ/非タッチ判断しきい値	13
2.7	計測時間	17
3.	参考	20
3.1	動作環境	20
3.2	パターン設計	20
3.3	外付け回路定数	21
3.4	タッチ/非タッチ判断しきい値算出	22
3.5	タッチ/非タッチ判断しきい値入力	23
3.6	タッチ/非タッチ確認	24

1. 外付け回路定数とタッチ感度

外付け回路定数の選択は、タッチの感度とノイズ耐性を決定する重要なポイントとなります。その理由を、タッチ感度調整フローチャートを示す前に下記にて説明を行います。

1.1 タッチによる静電容量 ΔC_x の重要性

タッチ感度は、電極にタッチした際に発生する静電容量 ΔC_x に応じて向上します。 ΔC_x の計測はCHxA端子における非タッチ時とタッチ時の電圧差にて行われ、この電位差がタッチ感度を示します。

CHxA 端子電圧は、以下の式にて算出されます。

非タッチ時の計測開始電位

$$\text{CHxA計測開始電位} = \frac{C_r}{(C_r + C_x)} V_c \quad \text{式 1-1}$$

タッチ時の計測開始電位

$$\text{CHxA計測開始電位} = \frac{C_r}{(C_r + C_x + \Delta C_x)} V_c \quad \text{式 1-2}$$

V_c	… 動作電圧 (Cc 電圧)
C_r	… Cr コンデンサ容量
C_x	… 寄生容量
ΔC_x	… タッチ時増加容量

上記式の通り CHxA 計測開始電位がタッチにより発生した ΔC_x の容量に応じて降下します。非タッチ時とタッチ時の電圧を比較すると、 ΔC_x が大きい程電位の差は大きくなります。この電圧差はタッチ感度を表し、差が大きい程ノイズに対する余裕度、感圧の検出などで有利となります。つまり ΔC_x の値がタッチスイッチとしての性能を決定します。 ΔC_x の増大は以下の通り幾つか方法があります。

- ① タッチを行う電極を大きくする。(対向する指の面積～その2倍程度)
- ② 電極を覆うパネルの厚みを薄くする。
- ③ 電極を覆うパネルの比誘電率が大きい材質を使用する。

詳細は、アプリケーションノート静電容量方式タッチ検出の基礎 (rjj05b1537-0102) を参照下さい。

1.2 寄生容量 C_x

タッチ感度に関係するもう一つの要因として寄生容量 C_x があります。寄生容量 $C_x \gg \Delta C_x$ である場合、上式の通り電位差 (=タッチ感度) が得られません。この寄生容量によるタッチ感度低下について、上式に実数を代入して説明します。(Cr コンデンサ容量の選定についての詳細は、2.4項に記載します。)

例 1) 寄生容量が小さい場合 ($V_c=5V, C_x=10pF, C_r=10pF, \Delta C_x=5pF$)

$$\text{非タッチ時 CHxA 計測開始電位} = 10/(10+10) \times 5 = 2.5V$$

$$\text{タッチ時 CHxA 計測開始電位} = 10/(10+10+5) \times 5 = 2.0V$$

例 2) 寄生容量が大きい場合 ($V_c=5V, C_x=30pF, C_r=30pF, \Delta C_x=5pF$)

$$\text{非タッチ時 CHxA 計測開始電位} = 30/(30+30) \times 5 = 2.5V$$

$$\text{タッチ時 CHxA 計測開始電位} = 30/(30+30+5) \times 5 = 2.3V$$

例 1、2 の通り $\angle C_x$ が同容量の条件で CHxA 計測開始電位を比較すると電位差は例 1 の方が大きい事がわかります。タッチ基板製作を行うにあたり、寄生容量を削減する方法は、以下の 4 つです。

- ① 電極サイズを適正に設定する。
- ② 電極と電極の間隔を空ける。
- ③ 電極からマイコンまでの配線長を短くする。
- ④ 電極からマイコンまでの配線を細くする。

詳細は、アプリケーションノート静電容量方式タッチ検出の基礎（ rjj05b1537-0102）を参照下さい。

上述のようにタッチシステムの構築ではハードウェア設計、特に電極を含めた基板のパターン設計が非常に重要です。

2. タッチ感度調整

この章では、前章で説明した基板設計が正しく行われている事を前提として、タッチ外付け回路定数調整、タッチ/非タッチ判断しきい値調整、計測時間調整について説明を行います。

2.1 タッチ感度調整フローチャート

タッチ感度調整は、図 2-1、図 2-2に示すフローチャートにて行います。各調整の詳細は、各項にて説明を行います。

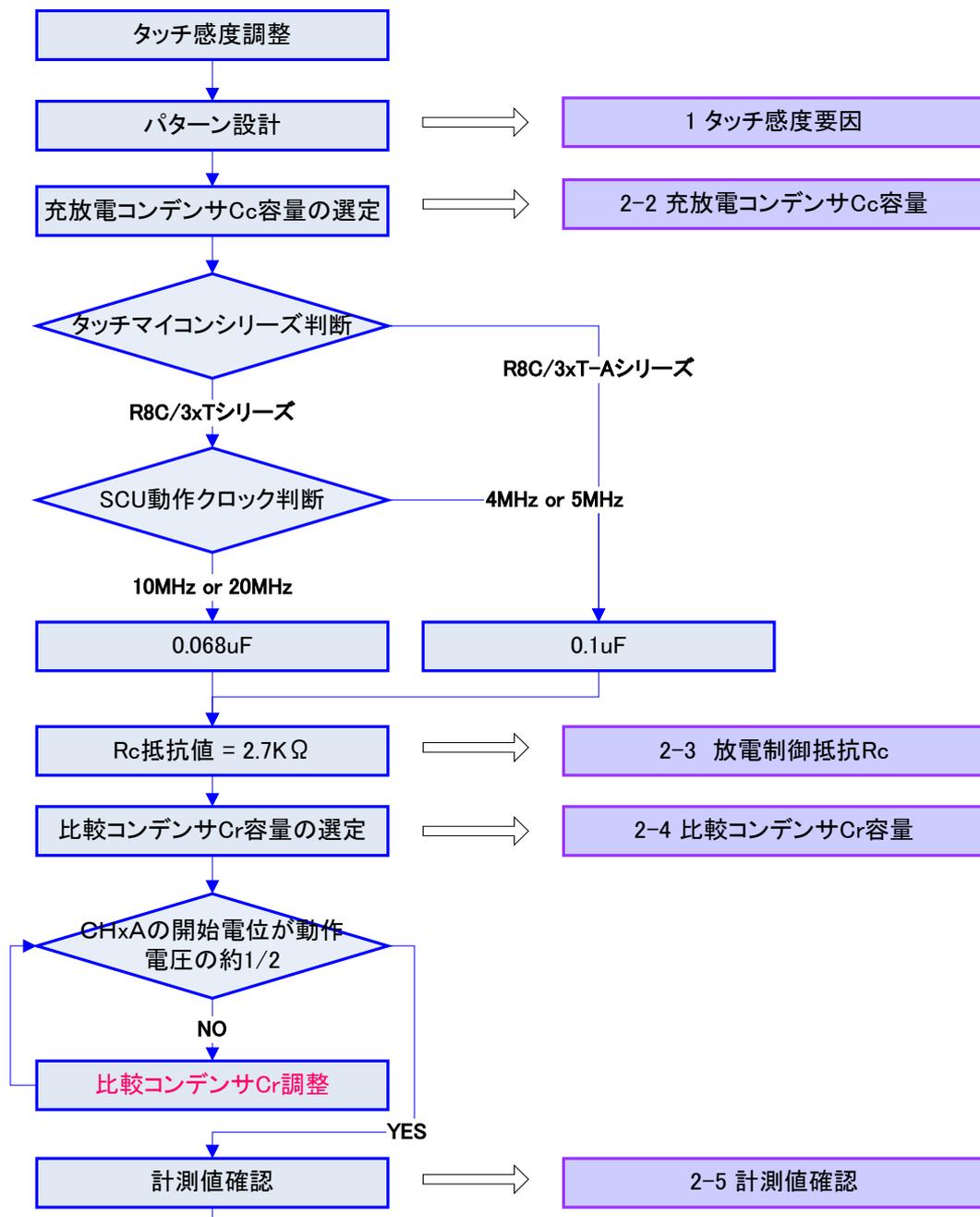


図2-1 タッチ感度調整フローチャート（前編）

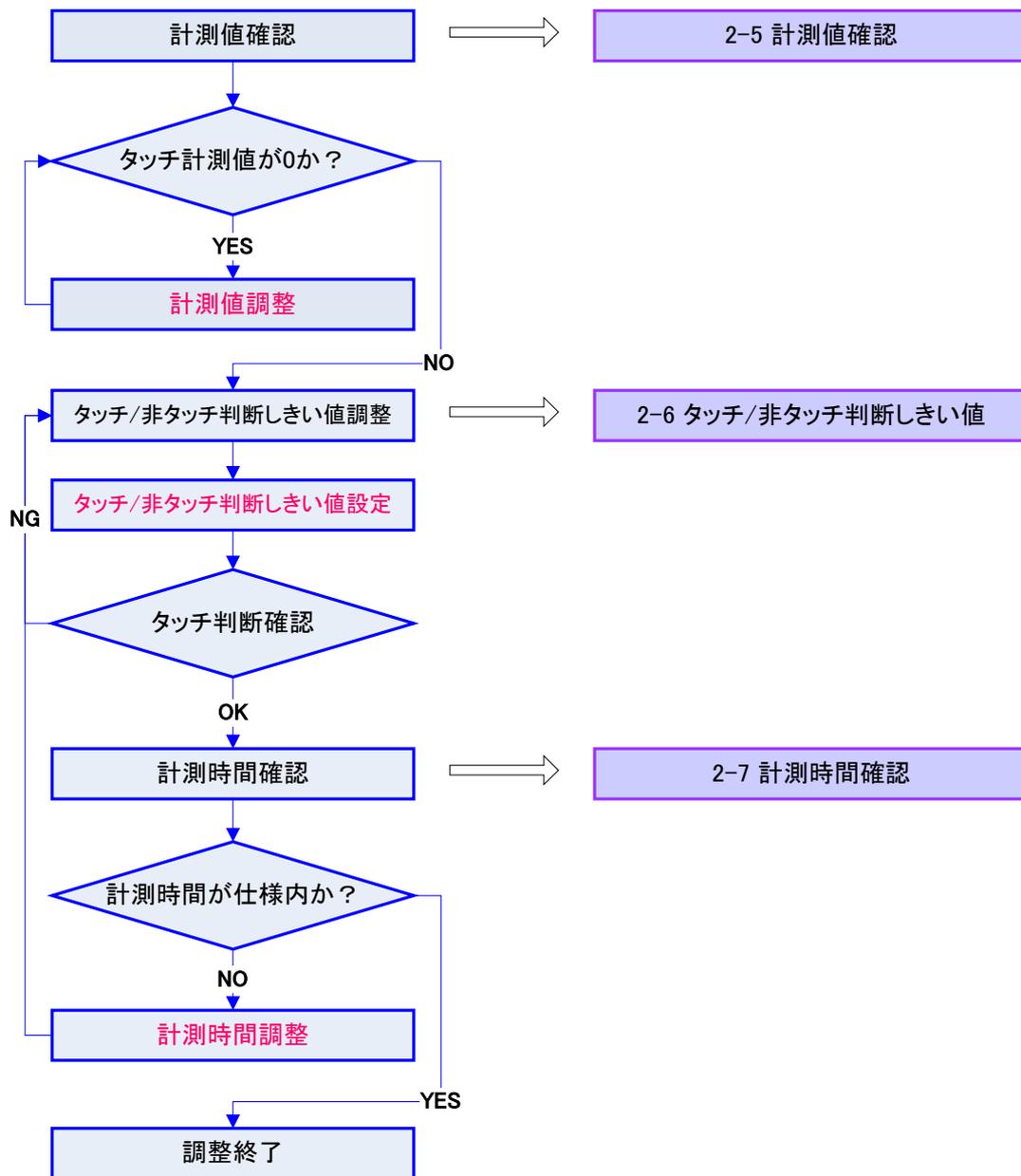


図2-2 タッチ感度調整フローチャート（後編）

2.2 充放電コンデンサ Cc の容量調整

充放電コンデンサ Cc の容量調整は、図 2-1 タッチ感度調整フローチャートの以下の箇所となります。

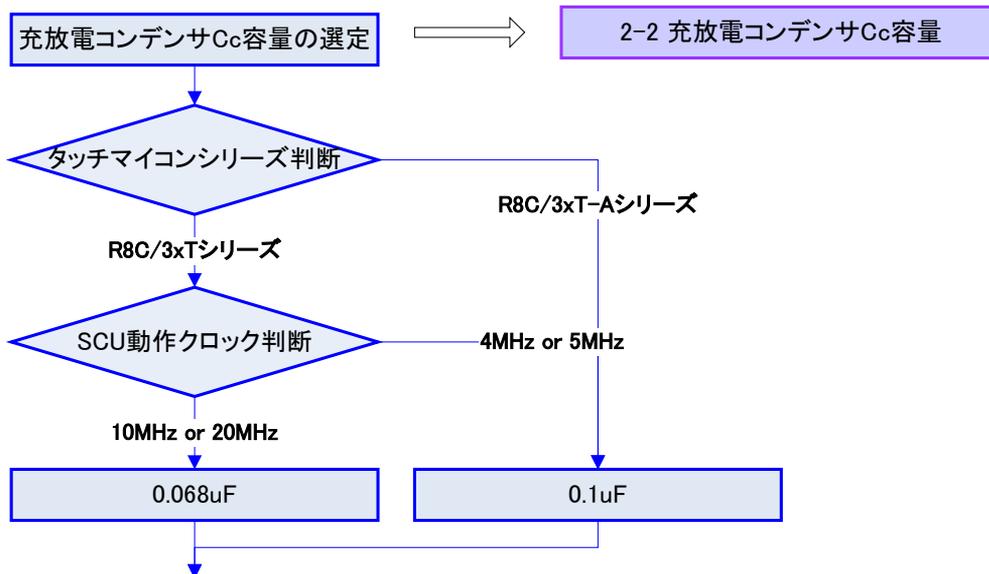


図2-3 Cc コンデンサ容量調整フローチャート

Cc は、比較コンデンサ Cr と電極に発生している静電容量 Cx へ電荷を供給するためタッチ計測開始までに CHxC 端子によって満充電(=Vcc)される必要があります。充電途中にてタッチ計測が開始された場合、開始電圧が不安定となり結果として計測されるカウント値にバラツキが生じます。また、Cc の電荷量が多い程計測されるカウント値は多くなりますが、計測時間が長くなる傾向があります。適性なカウント値と計測時間のバランスを考慮すると、Cc は通常 0.1 μF 程度が適当な値となります。

例外として、図 2-3 の通り R8C/3xT シリーズ (R8C/33T、R8C/3JT、R8C/3NT) 且つ SCU への供給クロックが 10MHz 以上の場合、0.068 μF の使用を推奨いたします。R8C/3xT シリーズは、SCU 動作クロック 4MHz、5MHz 動作を想定しており 10MHz 以上の動作では、充電時間設定用のレジスタの最大値であっても Cc コンデンサへ充電時間が不足する場合がありますためです。(R8C/3xT-A シリーズでは、20MHz 動作を考慮し充電時間設定用レジスタが構成されていますので Cc=0.1 μF にて問題ありません。) また、CHxC 端子のポート駆動能力は“大”に設定し、タッチ計測未使用時は”H”出力として Cc を常に充電状態とします。

2.3 放電制御抵抗 R_c の調整

R_c 抵抗値の調整は、図 2-1 タッチ感度調整フローチャートの以下の箇所となります。

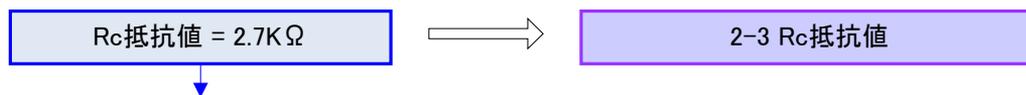


図2-4 R_c 抵抗値調整フローチャート

R_c 抵抗値は、タッチ計測時のコンデンサ C_c の一回当たりの放電量を制御可能です。また、 C_c から C_r 、 C_x への充電時間の制御を兼ねています。一般的には抵抗値を大きくしますと放電量が減少し、見かけ上のカウント値が増加しますが、計測波形の傾斜がなだらかになり耐ノイズ性が劣化します。また C_c から C_r 、 C_x への放電量が減少し C_r 、 C_x が満充電されない場合があります。抵抗値を小さくしますと放電量が増加し見かけ上のカウント値が減少しますが、計測波形の傾斜が大きくなり耐ノイズ性は向上します。カウント値の減少により調整が難しくなる場合があります。これらを踏まえ、初期値としては標準値である $2.7K\Omega$ を用いて基板設計をして下さい。同値にて調整を行った後、最終的にカウント値を適正な値にする際に R_c 抵抗値を微調して下さい。通常、 R_c 抵抗値は $2K\sim 3K\Omega$ の範囲になります。

2.4 比較コンデンサ Cr 容量

比較コンデンサ Cr 容量の調整は、図 2-1 タッチ感度調整フローチャートの以下の箇所となります。

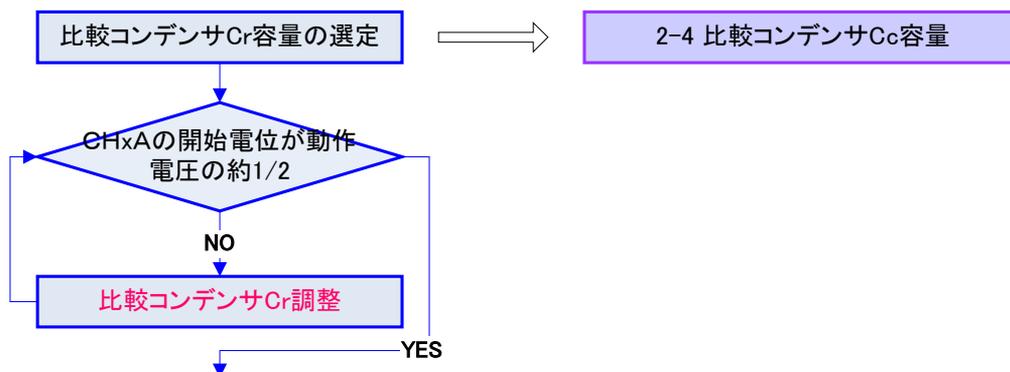


図2-5 比較コンデンサ Cr 調整フローチャート

R8C/3xT-A シリーズの場合、CHxA0、CHxA1 と Cr を 2 回路搭載しています。これら 2 回路は、寄生容量の大小によって使い分けてください。

例として、図 2-7 のような基板パターンの場合、マイコンまでの配線距離が遠い電極 (CH0) や電極サイズが大きい電極 (CH2) は、寄生容量が大きいため、Cr 容量の大きい CHxA0 にて計測を行ってください。逆に、マイコンまでの配線距離が短い電極 (CH1) や電極サイズが小さい電極 (CH3) は、寄生容量が小さいため、Cr コンデンサ容量の小さい CHxA1 にて計測を行うように設定して下さい。このように、CHxA0 と CHxA1 を寄生容量によって使い分け、計測開始電位が動作電圧の約 1/2 となるように調整して下さい。

※全電極の寄生容量が同じ容量で、CHxA0、CHxA1 を使い分ける必要がない場合は、CHxA1 の Cr は、未実装とし出力 L レベル設定として下さい。

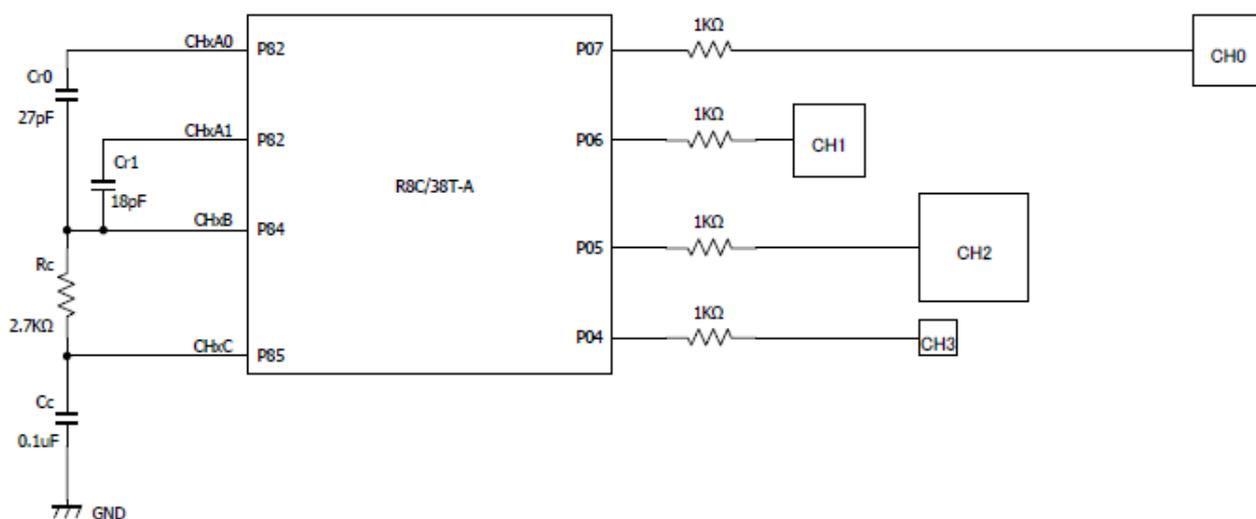


図2-6 基板パターン例

Cr は、CHxA（計測ポイント）の計測開始電位を調整するコンデンサであり、タッチ感度において非常に重要なコンデンサです。Cr の最適調整値は、下記の通りとなります。

【最適調整値】

CHxA の計測開始電位が、動作電圧の約 1/2 となる Cr の容量値です。

【理由】

本タッチ計測方式の原理式は、下記の通りであり、

$$\text{CHxA計測開始電位} = \frac{C_r}{(C_r + C_x)} V_c$$

電極にタッチした場合は、下記の通りになります。

$$\text{CHxA計測開始電位} = \frac{C_r}{(C_r + C_x + \Delta C_x)} V_c$$

Cr	…	比較用コンデンサ容量
Cx	…	寄生容量
ΔCx	…	指により増加する容量
Vc	…	動作電圧

例として、Cx（寄生容量）を 10pF と ΔCx（指により増加する容量）を 2pF と仮定し、Cr 容量別の演算結果を示します。また、表 2-1 に演算結果をまとめます。

Cr 容量 10pF の場合

非タッチ時	CHxA 計測開始電位	=	10 / (10 + 10) × 5	=	2.50V
タッチ時	CHxA 計測開始電位	=	10 / (10 + 10 + 2) × 5	=	2.27V

Cr 容量 20pF の場合

非タッチ時	CHxA 計測開始電位	=	20 / (20 + 10) × 5	=	3.33V
タッチ時	CHxA 計測開始電位	=	20 / (20 + 10 + 2) × 5	=	3.13V

Cr 容量 5pF の場合

非タッチ時	CHxA 計測開始電位	=	5 / (5 + 10) × 5	=	1.66V
タッチ時	CHxA 計測開始電位	=	5 / (5 + 10 + 2) × 5	=	1.47V

表 2-1 Cx 容量が 10pF の場合の Cr コンデンサ容量別計測開始電位

Cr 容量	非タッチ計測開始電位	タッチ計測開始電位	タッチ/非タッチの電位差
10pF	2.50V	2.27V	0.23V
15pF	3.33V	3.13V	0.20V
5pF	1.66V	1.47V	0.19V

以上の演算結果により、増加した ΔCx によって、計測開始電位が大きく変化する条件は、Cx=Cr となります。よって、タッチ感度が大きく取得可能となります。

実際に Cr 容量を大きくした場合と小さくした場合で、CHxA の開始電位がどのように変化するかを図 2-8 に示します。

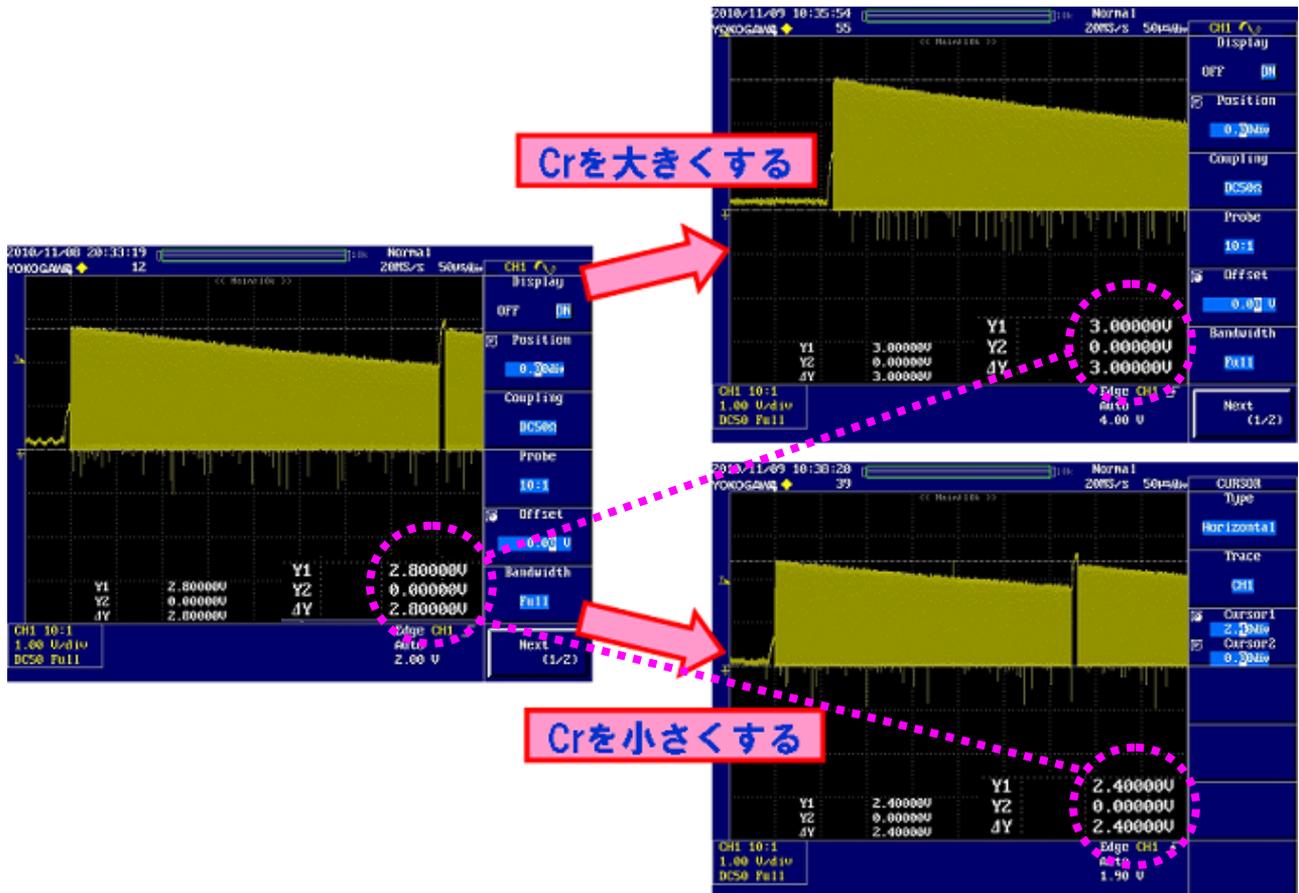


図2-7 Cr の調整による計測開始電位の変化

2.5 計測値確認

計測値調整は、図 2-2 タッチ感度調整フローチャートの以下の箇所となります。

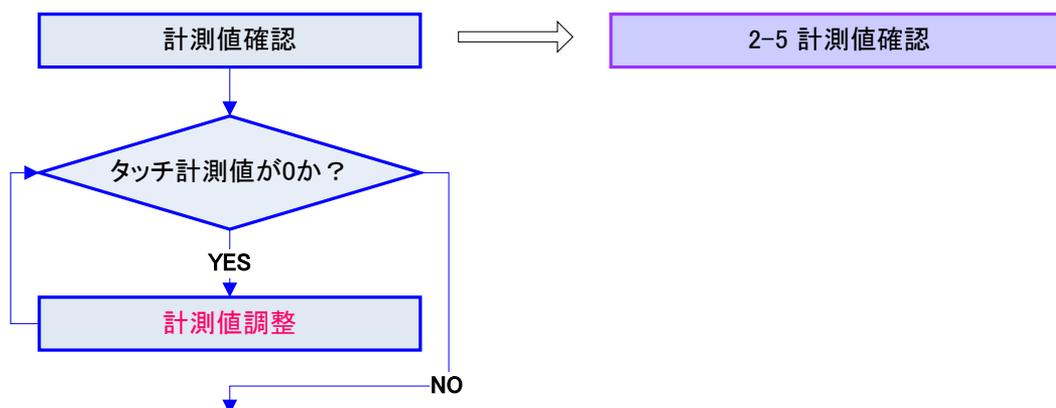


図2-8 計測値調整フローチャート

外付け回路定数調整が完了した後は、タッチ計測値確認です。確認方法は、タッチ感度調整ツール Workbench の Status monitor 機能を用いて確認を行います。

確認事項は下記の 1 点です。

- ・タッチ計測値が、図 2-10 のように 0 (ゼロ) となっていないか。

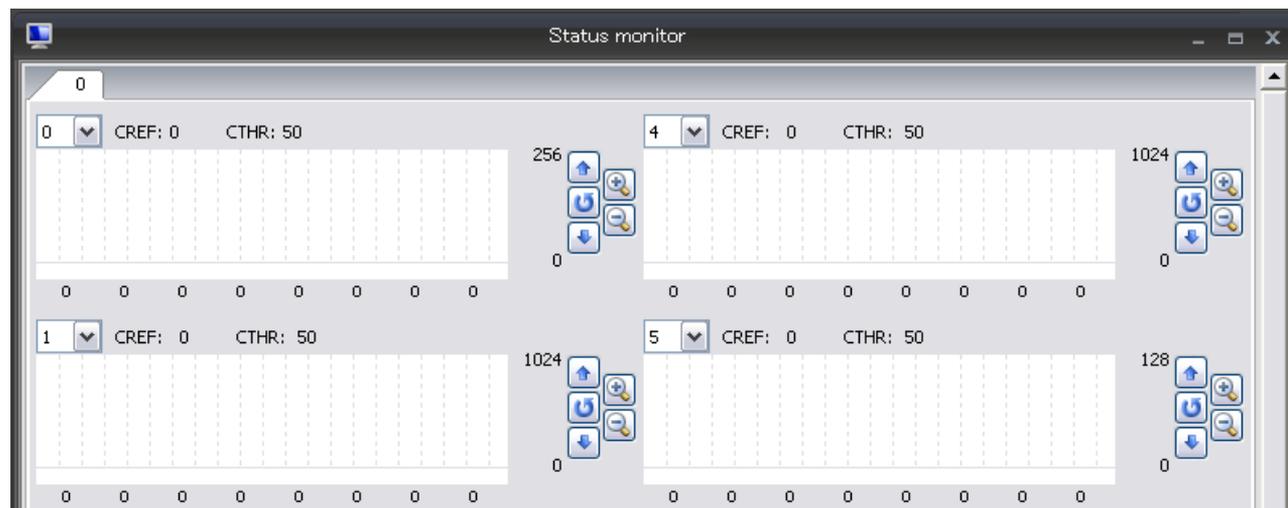


図2-9 タッチ計測値 0 (ゼロ)

図 2-10 のように計測値が 0 (ゼロ) となる原因は、計測カウンタのオーバーフローが原因です。このような場合、対策として下記の対応が必要となります。

- ① Rc コンデンサの抵抗値を小さくする。
- ② SCU タイミング制御レジスタ 1 にて放電時間を長く設定する。

以上の対応を行い、再度計測値が、0 とならないように調整して下さい。調整結果が、図 2-11 のように Workbench の Status monitor 機能にて確認可能であれば、調整完了となります。

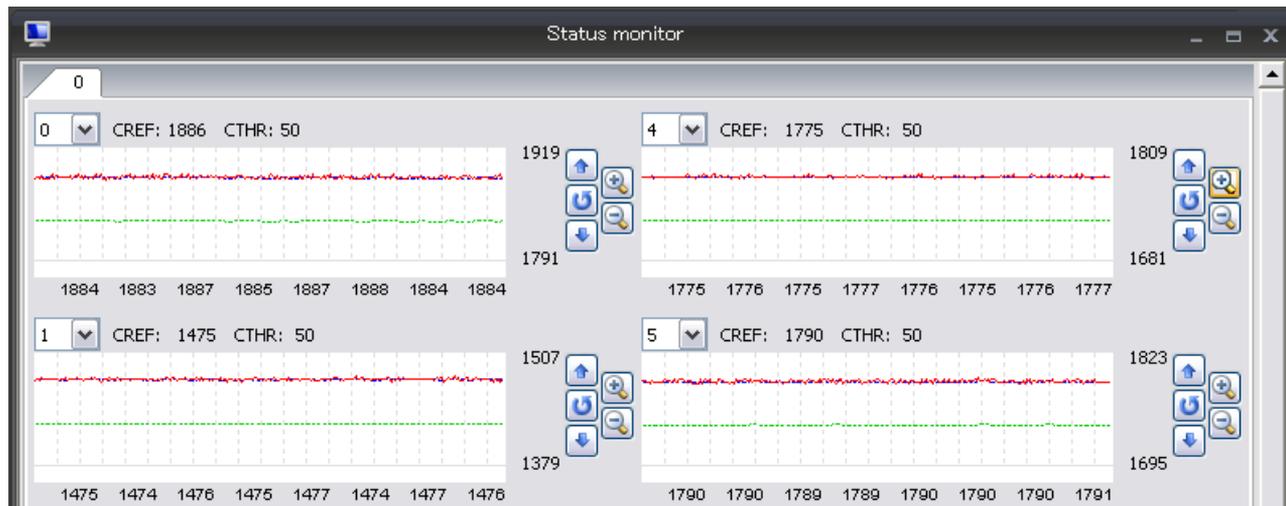


図2-10 タッチ計測値

2.6 タッチ/非タッチ判断しきい値

タッチ/非タッチ判断しきい値調整は、図 2-2 タッチ感度調整フローチャートの以下の箇所となります。

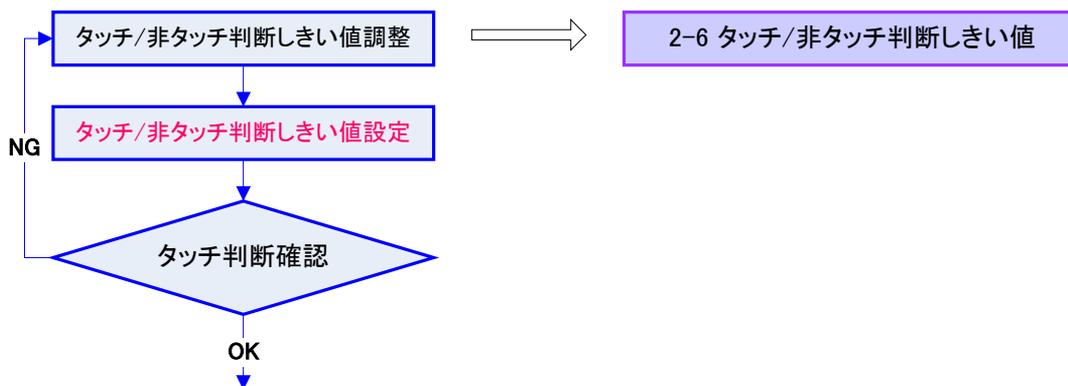


図2-11 タッチ/非タッチ判断しきい値調整フローチャート

タッチ/非タッチ判断しきい値調整は、Workbench の Setup parameters 機能を用いて行います。手順を下記に記載します。

- ① Workbench の Setup parameters 機能を起動する。
- ② Setup parameters の parameters タブをクリックし、図 2-13 Drift correction のチェックボックスにチェックが入っていることを確認する。

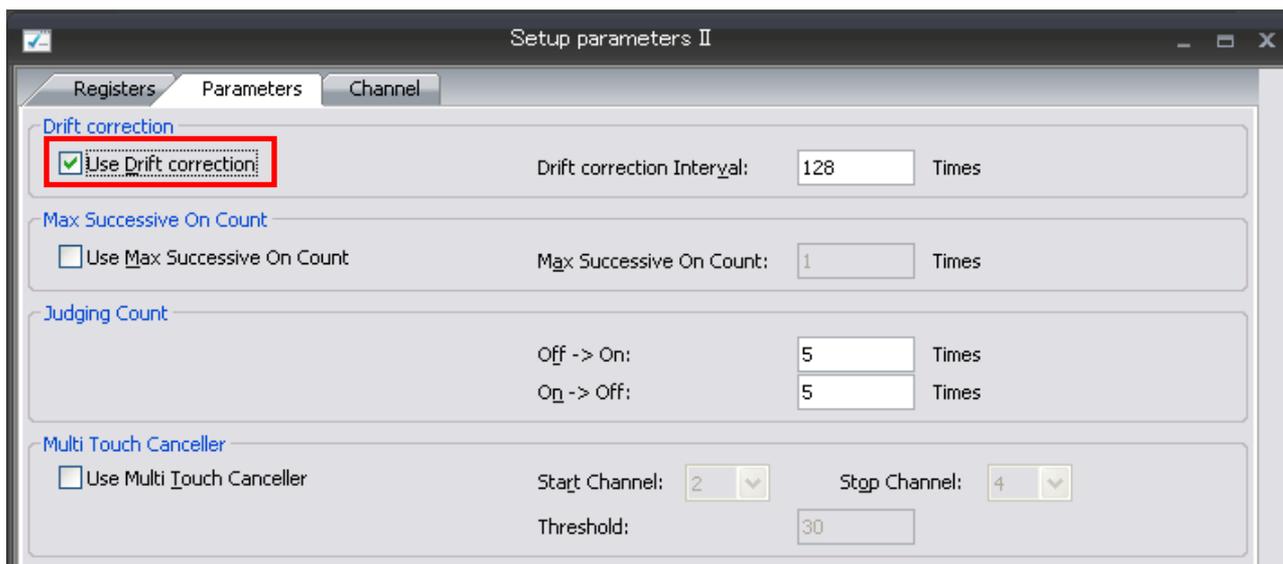


図2-12 ドリフト動作選択

- ③ Setup parameters の channel タブをクリックし、計測を行う全計測チャンネルの Threshold 値に 1000 と入力する。（1000 とは仮の値であり、タッチ判断を行わない値であれば、特に指定は無い。）

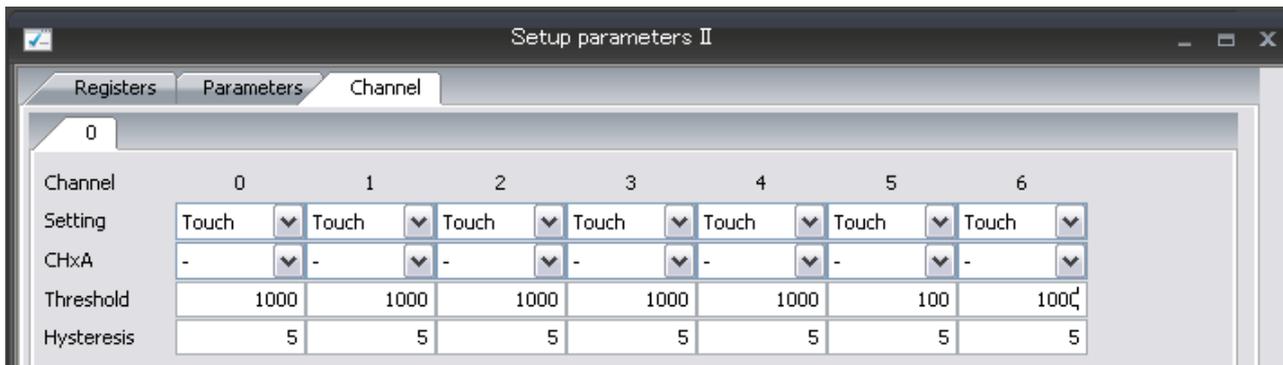


図2-13 Threshold 値 1000 入力

- ④ Threshold 値に入力した値を有効にするために、マイコンのデータフラッシュへ書き込みを行う。書き込みは、図 2-15に示す通り、Contols → Write → Write to Device を選択し、データフラッシュへパラメータの書き込みを行う。または、Write parameters to Device アイコンをクリックし書き込みを行う。

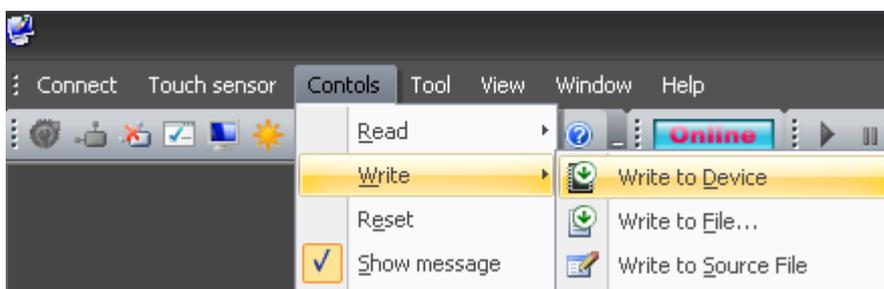


図2-14 Write to Device

- ⑤ 書き込み完了後、Status monitor 起動し、▶ (Start monitoring) ボタンをクリックして計測データの表示を行う。

- ⑥ タッチ/非タッチ判断しきい値調整を行うキーの CREF 値を記録する。

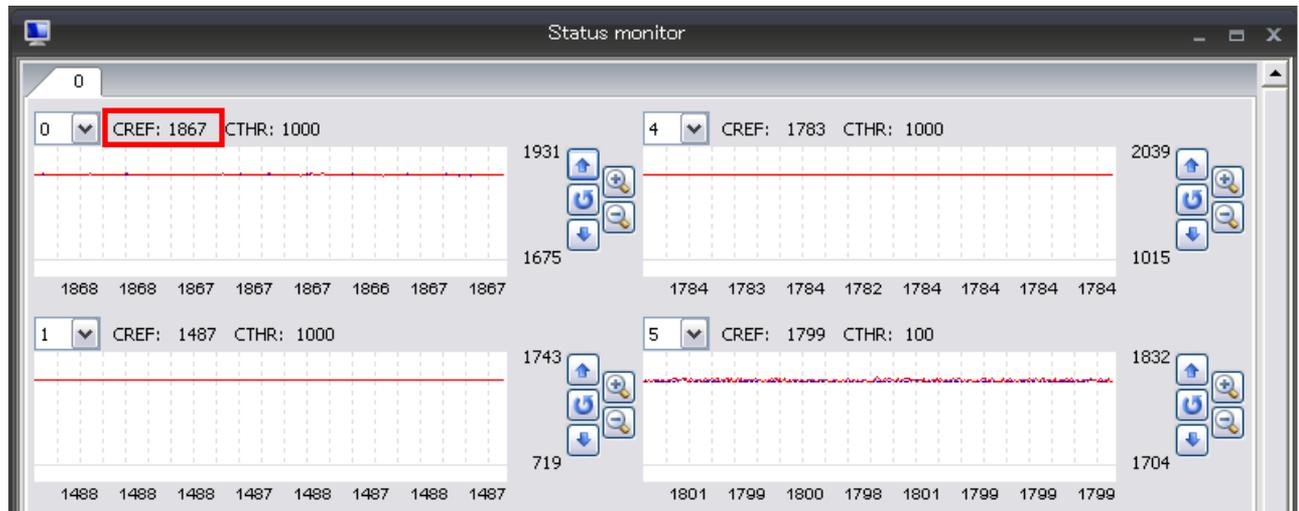


図2-15 非タッチ時の CREF

- ⑦ タッチ/非タッチ判断しきい値調整を行うキーにタッチを行い、計測データ (赤線) が安定した際の CREF 値を記録する。

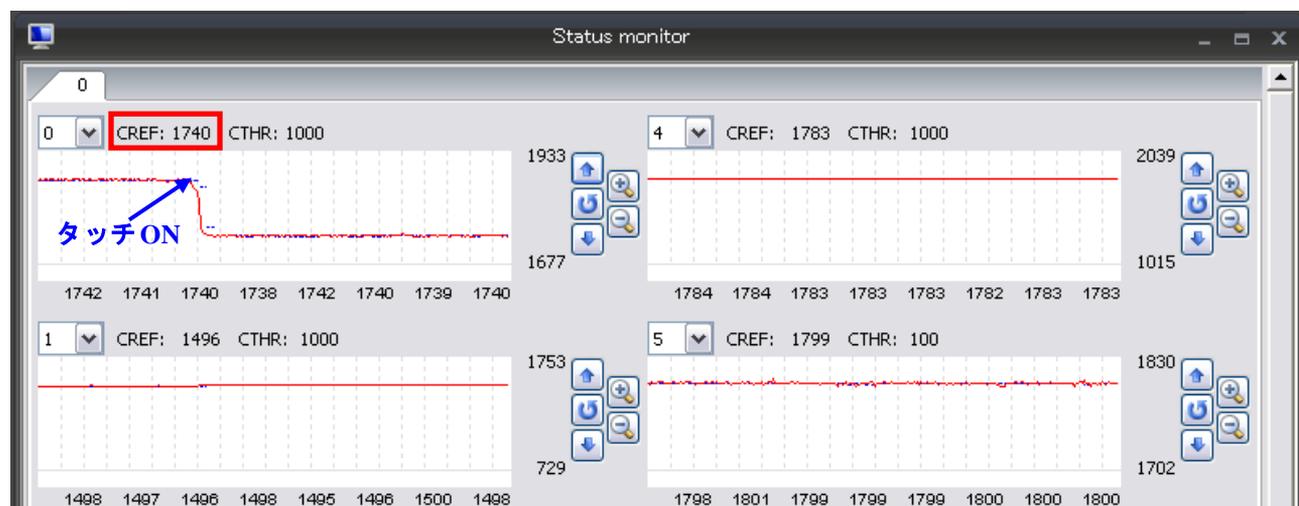


図2-16 タッチ時の CREF

- ⑧ 手順⑥と手順⑦にて記録した CREF 値を用いて、タッチ変化量の算出を行う。

$$\text{タッチ変化量} = \text{非タッチ時の CREF} - \text{タッチ時の CREF}$$

実際に図 2-16と図 2-17の CREF 値を用いてタッチ変化量を算出すると、下記の通りとなる。

$$\text{タッチ変化量} = 1867 - 1740 = 127$$

- ⑨ 算出したタッチ変化量を用いて、タッチ/非タッチ判断しきい値を設定する。ルネサスが推奨とする設定値は、タッチによる変化量の約 70%の値を設定する。

$$\text{タッチ/非タッチ判断しきい値} = \text{タッチ変化量} \times 0.7 (70\%)$$

- ⑩にて算出したタッチ変化量を用いて、タッチ/非タッチ判断しきい値を下記の通りに算出する。

$$\text{タッチ/非タッチ判断しきい値} = 127 \times 0.7 = 89 (88.9)$$

※本資料では、タッチ変化量の 70%の値を用いていますが、お客様の製品仕様やタッチ検出評価基準によってタッチ/非タッチ判断しきい値を算出するパーセンテージは、変更して下さい。

- ⑩ Setup parameters を起動し、算出したチャンネルのタッチ/非タッチ判断しきい値を入力する。

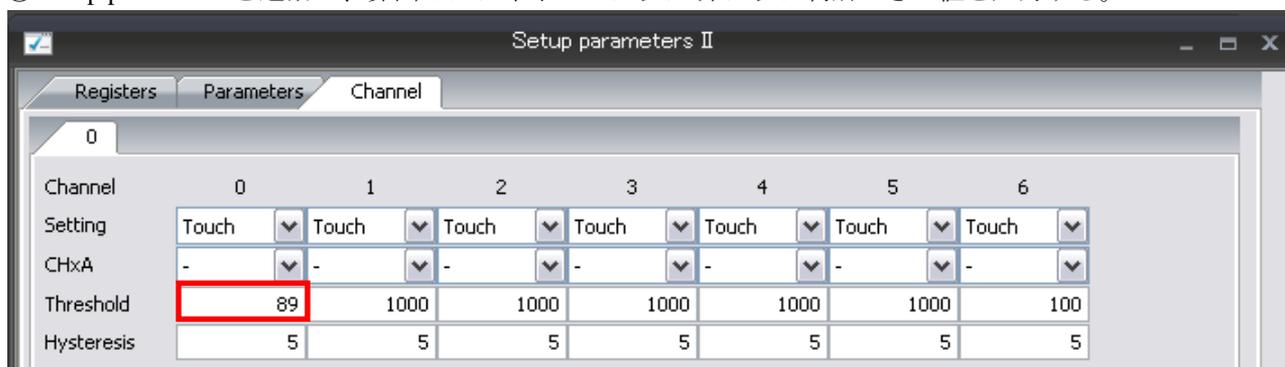


図2-17 タッチ/非タッチしきい値入力

- ⑪ ④同様にデータフラッシュへ書き込みを行う。
- ⑫ 書き込み完了後、Status monitor 起動し、▶ (Start monitoring) ボタンをクリックして計測データの表示を行と、入力したタッチ/非タッチ判断しきい値が有効となり、図 2-19に示す通りタッチを判断することが可能となる。

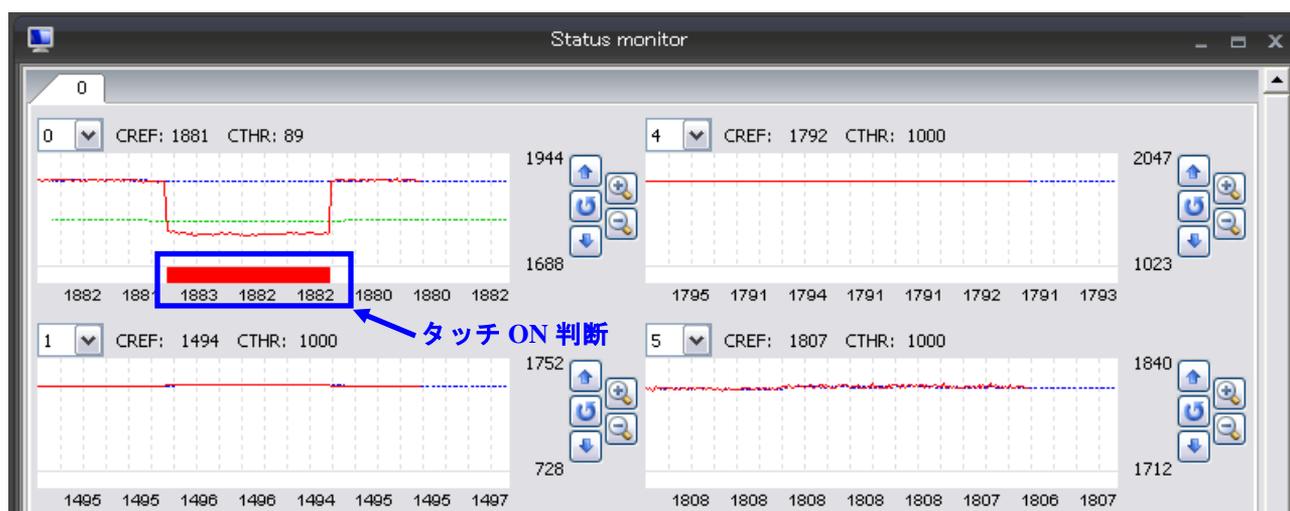


図2-18 タッチ OFF/ON 確認

以上の①～⑫の手順が、タッチ/非タッチ判断しきい値調整となる。

2.7 計測時間

計測時間調整は、図 2-2タッチ感度調整フローチャートの赤線で囲んだ、以下の箇所となります。

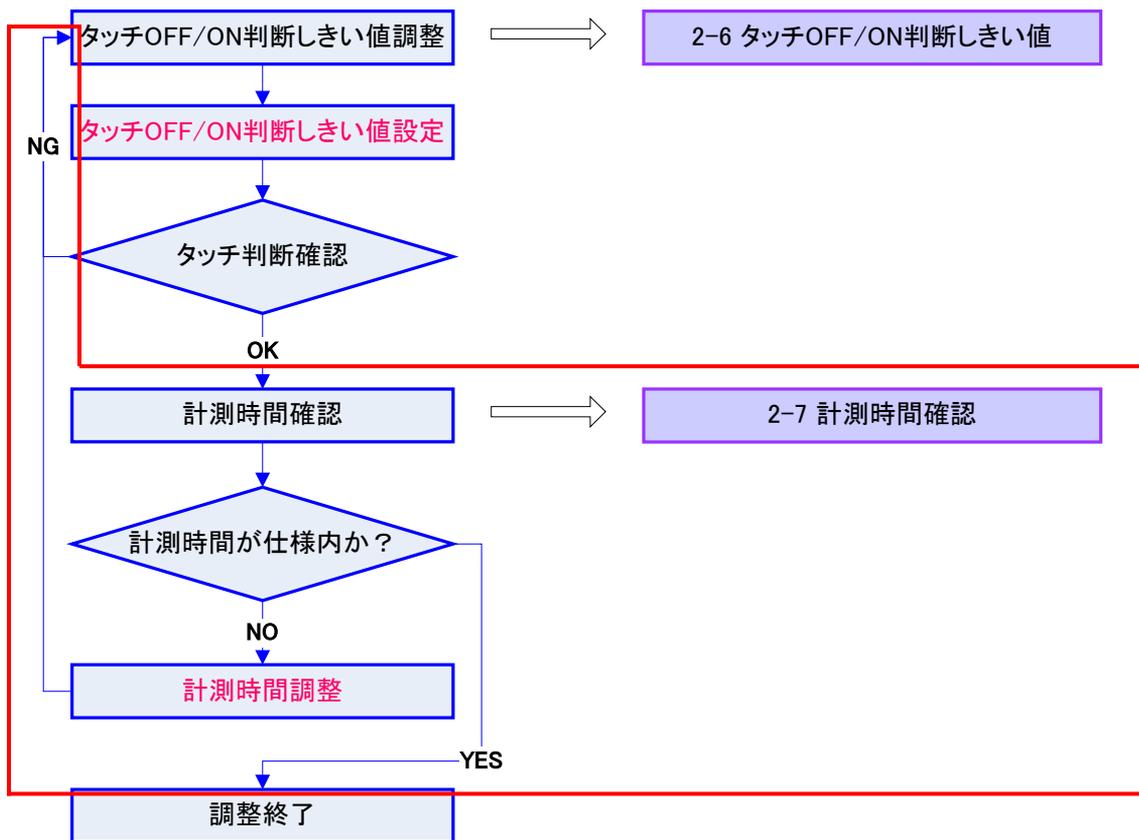


図2-19 タッチ/非タッチ確認

タッチ計測時間は、計測するチャンネル数と外付け回路定数、SCUタイミング制御レジスタの設定値によって変動します。また、非タッチ時とタッチ時に計測波形が変動するため計測時間は変動します。

実際に例として、図2-21に計測波形にて計測時間を示します。

【動作条件】

計測チャンネル数	7チャンネル		
SCU動作クロック	20MHz		
外付け回路定数	Cc : 0.1 μ F	Rc : 2.7K Ω	Cr : 18pF
SCUタイミング制御レジスタ0	0x7F (区間1 : 128 サイクル)		
SCUタイミング制御レジスタ1	0x07 (区間2 : 8 サイクル、区間3 : 1 サイクル)		
SCUタイミング制御レジスタ2	0x08 (区間4 : 1 サイクル、区間5 : スキップ)		
SCUタイミング制御レジスタ3	0x05 (区間6 : 6 サイクル)		

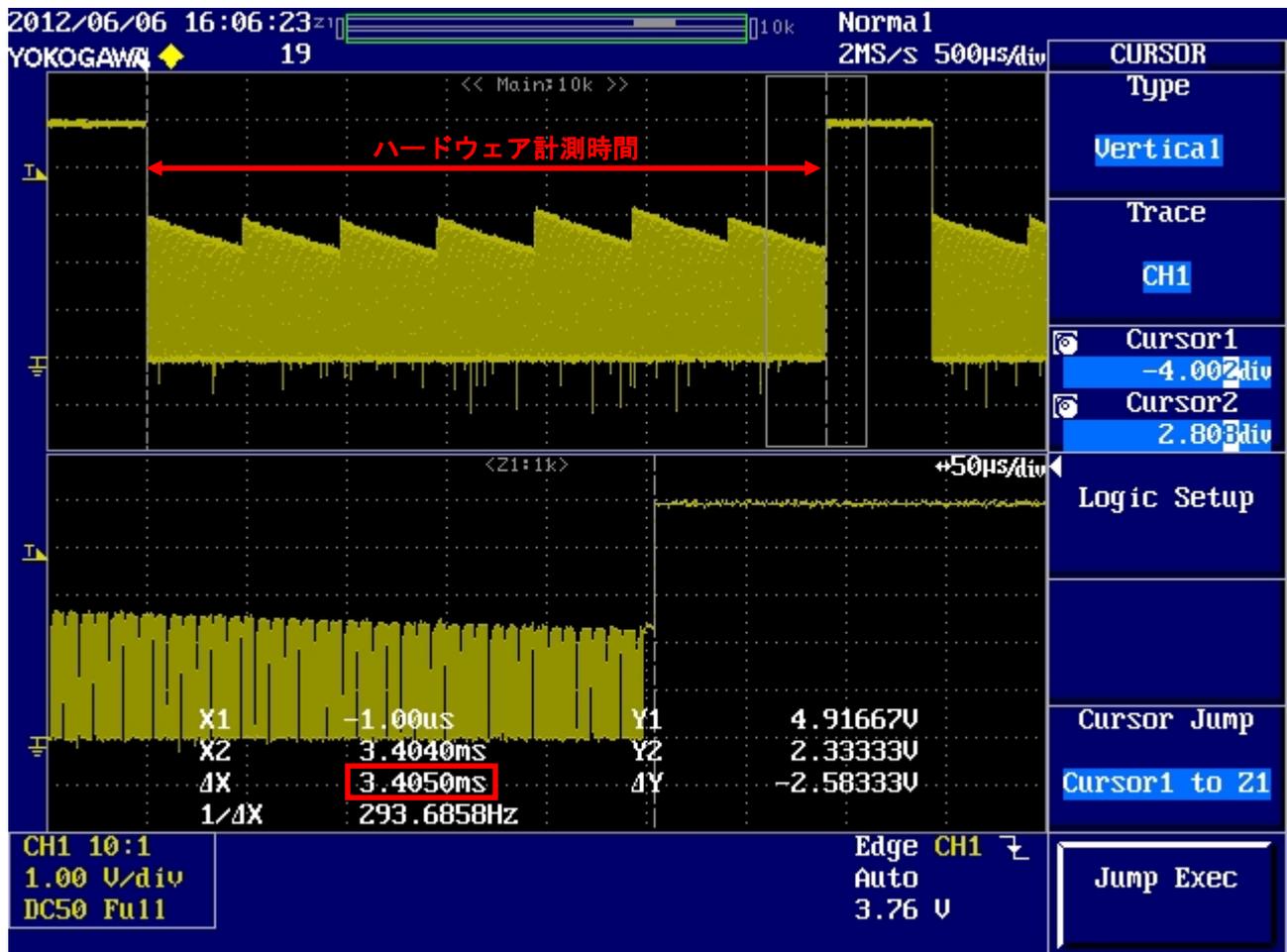


図2-20 タッチ計測時間

次に、計測時間を短くするために区間3（放電時間、朱書き部）を長く設定した場合の計測波形を図 2-22 に示します。

【動作条件】

計測チャンネル数	7チャンネル		
SCU 動作クロック	20MHz		
外付け回路定数	Cc : 0.1uF	Rc : 2.7KΩ	Cr : 18pF
SCU タイミング制御レジスタ 0	0x7F (区間 1 : 128 サイクル)		
SCU タイミング制御レジスタ 1	0x37 (区間 2 : 8 サイクル、区間 3 : 4 サイクル)		
SCU タイミング制御レジスタ 2	0x08 (区間 4 : 1 サイクル、区間 5 : スキップ)		
SCU タイミング制御レジスタ 3	0x05 (区間 6 : 6 サイクル)		

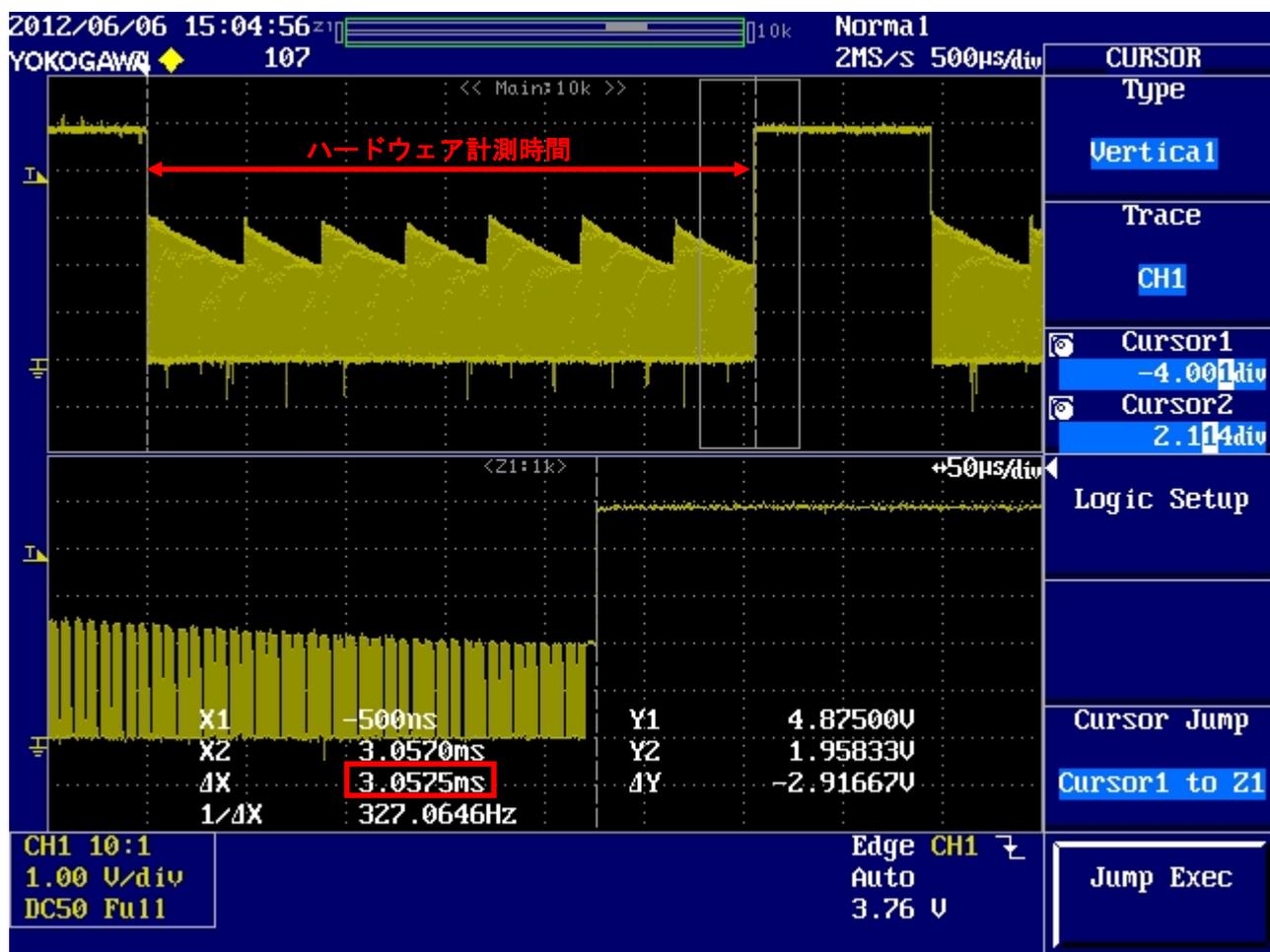


図2-21 区間3 変更タッチ計測時間

図 2-21と図 2-22を比較すると SCU タイミング制御レジスタ 1 にて区間3 を変更することにより、計測時間が短くなったことが確認できます。このように、全チャンネルの総計測時間が、キー入力の一致時間、チャタリング除去の回数などシステムで想定している計測時間と異なる場合は、調整を行って下さい。

3. 参考

調整参考として、R8C/36T-A 評価ボードを調整した結果を示します。

3.1 動作環境

R8C/36T-A 評価ボード動作環境を下記に示します。

動作電圧	5V
CPU クロック	20MHz

3.2 パターン設計

パターン設計は、rjj05b1537-0101（静電容量方式タッチ検出の基礎）に記載しているパターン設計推量値を遵守し、ボード構成を示します。

電極の大きさ	12x12mm
配線長	最短 47mm（図 3-1に示す青線） 最長 98mm（図 3-1に示す赤線）
パネルの厚み	2mm
比誘電率	3～4（アクリルパネル）
電極間	5mm
電極と配線間	2mm
配線の太さ	0.2mm



実装電極



未実装電極

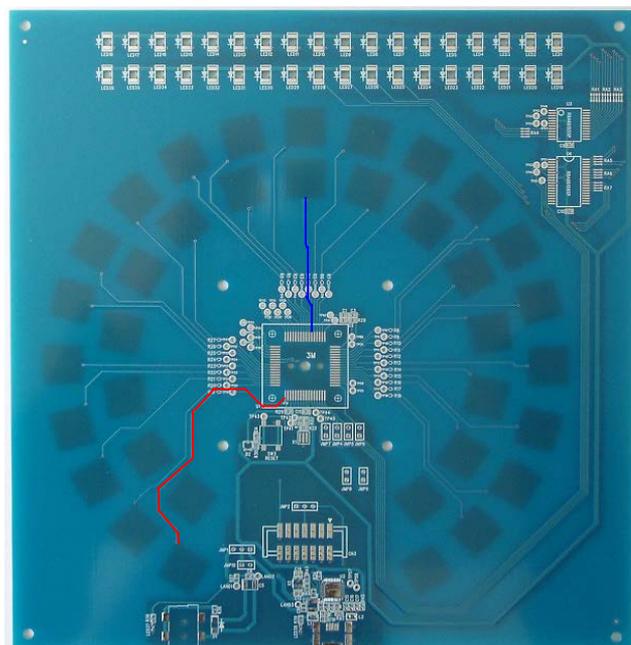
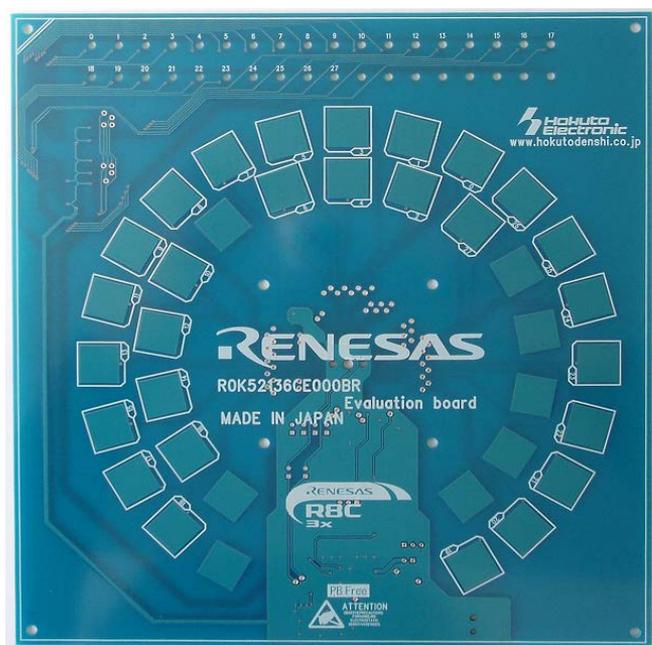


図3-1 R8C/36T-A 評価ボード

3.3 外付け回路定数

使用マイコンは、R8C/36T-A であり、SCU 動作クロックは、20MHz です。よって Cc コンデンサと Rc 抵抗は以下の通りです。

Cc コンデンサ 0.1 μ F Rc 抵抗 2.7K Ω

最適 Cr コンデンサ容量は、27pF 計測波形図 3-2と 18pF 計測波形図 3-3から、計測開始電位 \div 動作電圧/2となる下記の容量となります。

Cr コンデンサ 18pF

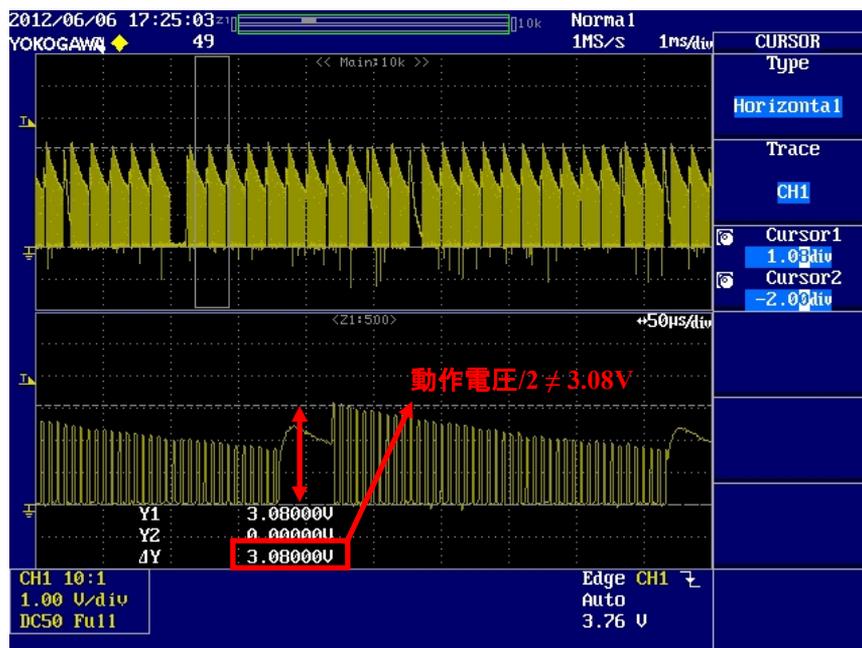


図3-2 Cr コンデンサ 27pF 計測波形

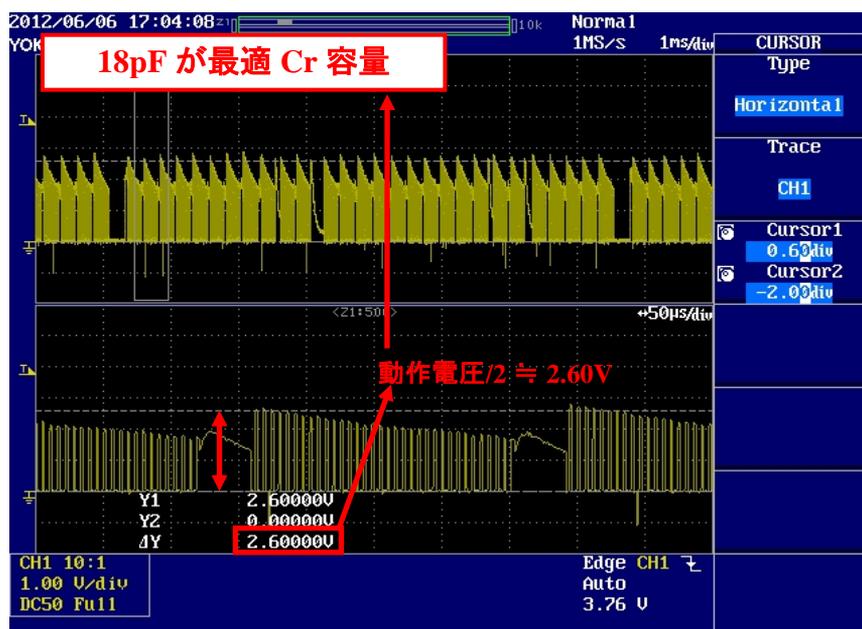


図3-3 Cr コンデンサ 18pF 計測波形

3.4 タッチ/非タッチ判断しきい値算出

実際に調整手順に基づいて算出した、タッチ/非タッチ判断しきい値を表 3-1に示します。

表 3-1 計測データ

	CREF(非タッチ)	CREF(タッチ)	タッチ変化量	タッチ/非タッチしきい値
CH0	1728	1564	164	115
CH1	1639	1487	152	106
CH2	1786	1627	159	111
CH3	1747	1588	159	111
CH4	1850	1680	170	119
CH5	1747	1586	161	113
CH6	1877	1703	174	122
CH7	2056	1871	185	130
CH8	1784	1621	163	114
CH9	-	-	-	-
CH10	1688	1534	154	108
CH11	1813	1651	162	113
CH12	-	-	-	-
CH13	-	-	-	-
CH14	-	-	-	-
CH15	-	-	-	-
CH16	1761	1600	161	113
CH17	1843	1677	166	116
CH18	1810	1648	162	113
CH19	1849	1686	163	114
CH20	1755	1596	159	111
CH21	1797	1635	162	113
CH22	1696	1540	156	109
CH23	1782	1616	166	116
CH24	1795	1651	144	101
CH25	1823	1662	161	113
CH26	-	-	-	-
CH27	1839	1671	168	118
CH28	1802	1641	161	113
CH29	-	-	-	-
CH30	-	-	-	-
CH31	1838	1672	166	116
CH32	1792	1637	155	109
CH33	1762	1609	153	107
CH34	1773	1621	152	106
CH35	1849	1696	153	107

3.5 タッチ/非タッチ判断しきい値入力

表 3-1 に示したタッチ/非タッチ判断しきい値を Workbench にて入力、書き込みを行った結果を図 3-4に赤枠で示します。（青枠は、未接続端子）

Channel	0	1	2	3	4	5	6	7
Setting	Touch							
CHxA	CHxA0							
Threshold	115	106	111	111	119	113	122	130
Hysteresis	5	5	5	5	5	5	5	5

Channel	8	9	10	11	12	13	14	15
Setting	Touch	I/O Port	Touch	Touch	I/O Port	I/O Port	I/O Port	I/O Port
CHxA	CHxA0	未使用	CHxA0	CHxA0	CHxA0	CHxA0	未使用	CHxA0
Threshold	114	0	108	113	0	0	0	0
Hysteresis	5	5	5	5	5	5	5	5

Channel	16	17	18	19	20	21	22	23
Setting	Touch							
CHxA	CHxA0							
Threshold	113	116	113	114	111	113	109	116
Hysteresis	5	5	5	5	5	5	5	5

Channel	24	25	26	27	28	29	30	31
Setting	Touch	Touch	I/O Port	Touch	Touch	I/O Port	I/O Port	Touch
CHxA	CHxA0	CHxA0	未使用	CHxA0	CHxA0	CHxA0	未使用	CHxA0
Threshold	101	113	0	118	113	0	0	116
Hysteresis	5	5	5	5	5	5	5	5

Channel	32	33	34	35
Setting	Touch	Touch	Touch	Touch
CHxA	CHxA0	CHxA0	CHxA0	CHxA0
Threshold	109	107	106	107
Hysteresis	5	5	5	5

図3-4 タッチ/非タッチ判断しきい値入力結果

3.6 タッチ/非タッチ確認

Workbenchにてタッチ検出確認を行った結果の一部を図3-5に示します。

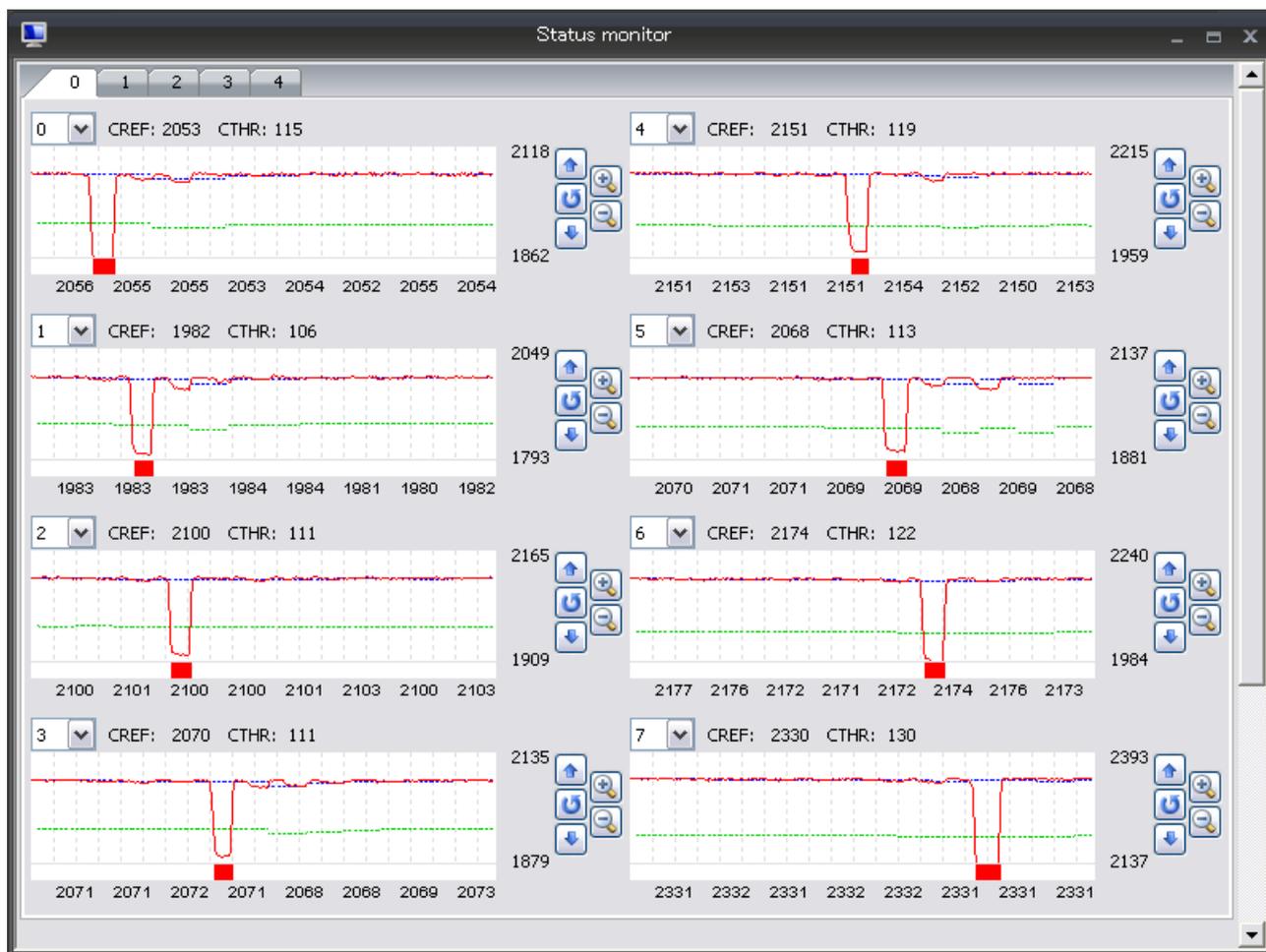


図3-5 タッチ/非タッチ結果

以上で、R8C/36T-A 評価ボード調整完了となります。

ホームページとサポート窓口

ルネサス エレクトロニクスホームページ

<http://japan.renesas.com/>

お問い合わせ先

<http://japan.renesas.com/inquiry>

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2013.03.01	—	新規採番にて初版発行（旧番号: RJJ05B1539-0105）

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

製品ご使用上の注意事項

ここでは、マイコン製品全体に適用する「使用上の注意事項」について説明します。個別の使用上の注意事項については、本文を参照してください。なお、本マニュアルの本文と異なる記載がある場合は、本文の記載が優先するものとします。

1. 未使用端子の処理

【注意】未使用端子は、本文の「未使用端子の処理」に従って処理してください。

CMOS製品の入力端子のインピーダンスは、一般に、ハイインピーダンスとなっています。未使用端子を開放状態で動作させると、誘導現象により、LSI周辺のノイズが印加され、LSI内部で貫通電流が流れたり、入力信号と認識されて誤動作を起こす恐れがあります。未使用端子は、本文「未使用端子の処理」で説明する指示に従い処理してください。

2. 電源投入時の処置

【注意】電源投入時は、製品の状態は不定です。

電源投入時には、LSIの内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。

同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。

3. リザーブアドレスのアクセス禁止

【注意】リザーブアドレスのアクセスを禁止します。

アドレス領域には、将来の機能拡張用に割り付けられているリザーブアドレスがあります。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。

4. クロックについて

【注意】リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。

プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後に切り替えてください。リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。

5. 製品間の相違について

【注意】型名の異なる製品に変更する場合は、事前に問題ないことをご確認下さい。

同じグループのマイコンでも型名が違うと、内部メモリ、レイアウトパターンの相違などにより、特性が異なる場合があります。型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。

ご注意書き

1. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器・システムの設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因して、お客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
3. 本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害に関し、当社は、何らの責任を負うものではありません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
4. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。かかる改造、改変、複製等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。
標準水準： コンピュータ、OA機器、通信機器、計測機器、AV機器、
家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、
防災・防犯装置、各種安全装置等
当社製品は、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（原子力制御システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、使用することはできません。たとえ、意図しない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に損害が生じて、当社は一切その責任を負いません。なお、ご不明点がある場合は、当社営業にお問い合わせください。
6. 当社製品をご使用の際は、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他の保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っていません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害等を生じさせないよう、お客様の責任において、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
8. 当社製品の環境適合性等の詳細につきましては、製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制するRoHS指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は、一切その責任を負いません。
9. 本資料に記載されている当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器・システムに使用することはできません。また、当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事用途に使用しないでください。当社製品または技術を輸出する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。
10. お客様の転売等により、本ご注意書き記載の諸条件に抵触して当社製品が使用され、その使用から損害が生じた場合、当社は何らの責任も負わず、お客様にてご負担していただきますのでご了承ください。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを禁じます。

注1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサスエレクトロニクス株式会社およびルネサスエレクトロニクス株式会社とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

注2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注1において定義された当社の開発、製造製品をいいます。



ルネサスエレクトロニクス株式会社

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

※営業お問合せ窓口の住所・電話番号は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

ルネサス エレクトロニクス販売株式会社 〒100-0004 千代田区大手町 2-6-2 (日本ビル)

(03)5201-5307

■技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。

総合お問合せ窓口：<http://japan.renesas.com/contact/>