

## R8C/33T グループ

R01AN0040JJ0100

Rev.1.00

### スライダ説明(電極パターンと検出方法)

2010.08.26

#### 要旨

タッチパネルマイコン R8C/33T 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。

本アプリケーションノートでは、一次元の速度と方向を検出するスライダ機能について電極形状の最適化と演算方法を説明します。

#### 対象デバイス

R8C/33T グループ

#### 目次

1. スライダ電極.....	2
2. スライダ処理.....	8

## 1. スライダ電極

### 1.1 スライダ電極とは

スライダ電極は、複数のタッチ電極を用いて単電極では検出出来ない指の移動方向と速度を検出します。また、複数の電極の感度を用いて重点計算を行い電極数以上の分解能を検出する事が可能です。これら特徴を利用し、音量、火力、明るさなどの微調整スイッチとして製品に応用する事ができます。

### 1.2 スライダ電極形状

スライダ電極は、電極の静電容量変化が移動する事を利用してタッチ検出を行うため、指の移動に伴い静電容量が連続して検出される（重なる部分が多い）形状とする必要があります。電極の形状について下記に例を示します。



図1-1 山無し電極形状



図1-2 一山電極形状



図1-3 二山電極形状

### 1.3 スライダ電極形状と特性

図 1-1～1-3 に示した電極形状にて山の数とスライダ特性の関連を検証した結果を以下に示します。

#### 1.3.1 特性検証方法

特性検証は、以下手順にて実施します。

- (1) 4 電極のスライダを用い、タッチする位置を移動しながら、各電極の容量を測定します。
- (2) (1) の計測値を元に容量変動値を求めます。

演算式は、下記の通りです。(Ni: 各電極の計測値) (i: 電極番号)

$$Z(\text{容量変動値}) = n_1 \times -2 + n_{i+1} \times -1 + n_{i+2} \times 1 + n_{i+3} \times 2$$

左の電極を電極 1 と定義した場合のイメージ図を図 1-4 に示します。

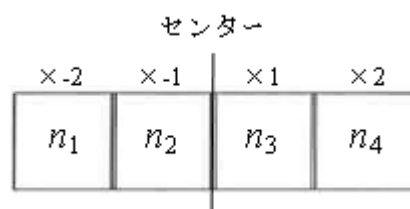


図1-4 演算式イメージ

- (3) 容量変動値とタッチ位置をグラフ化し、タッチ位置に対する容量変動値の直線性を比較します。

1.3.2 基本特性

各電極形状の基本特性を図1-6～図1-8に示します。また図1-5 に実際に測定したスライダのサイズとタッチした軌跡を示します。

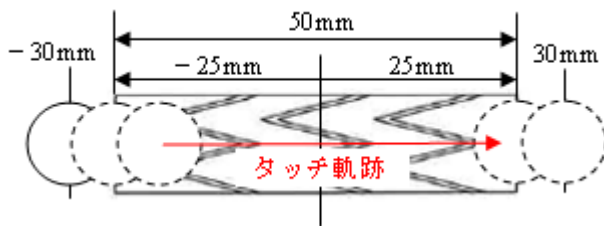


図1-5 タッチ軌跡

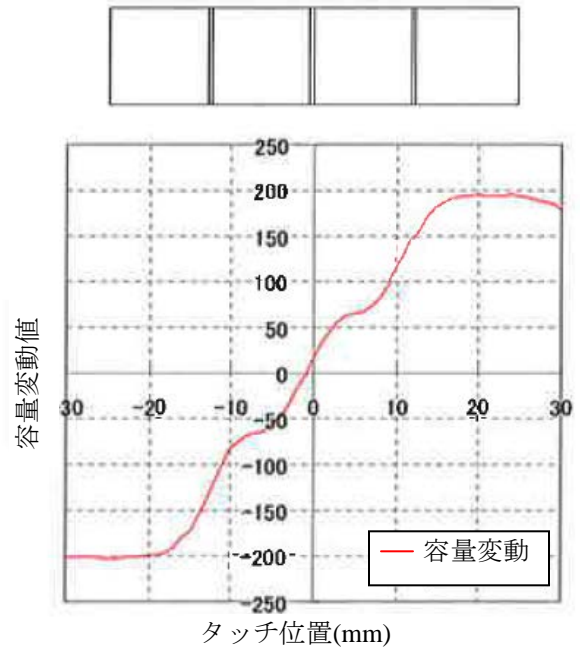


図1-6 山無し電極形状特性

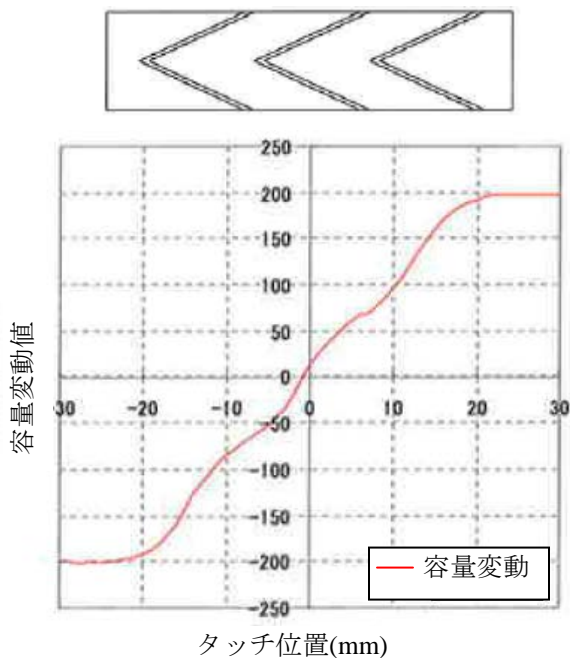


図1-7 一山電極形状特性

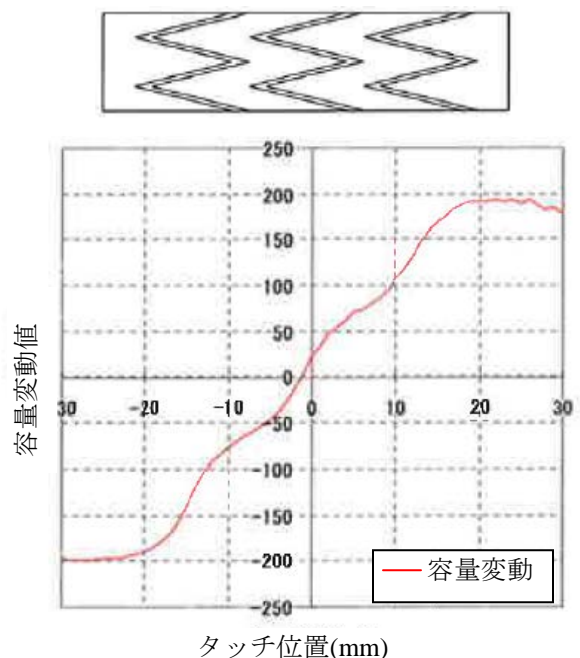


図1-8 二山電極形状特性

電極形状の基本特性は、連続した電極の容量変動を用いるため、電極と電極が干渉し合う、山型の形状が適していると言えます。山型の形状にすることにより、容量変動の直線性を保つことが出来ます。

1.3.3 タッチ位置特性

電極の形状とタッチ位置の特性関係を検証します。検証方法は、Y方向のタッチ位置を2mm間隔、±8変化させ特性を求めます。特性結果を図1-10～図1-12に示します。

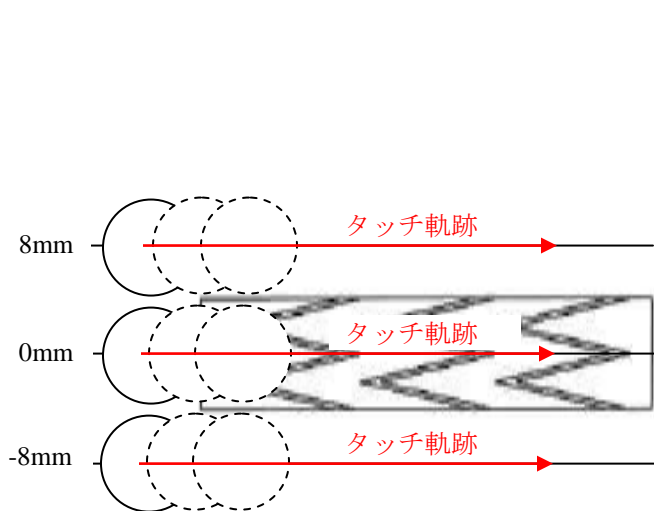


図1-9 タッチ軌跡

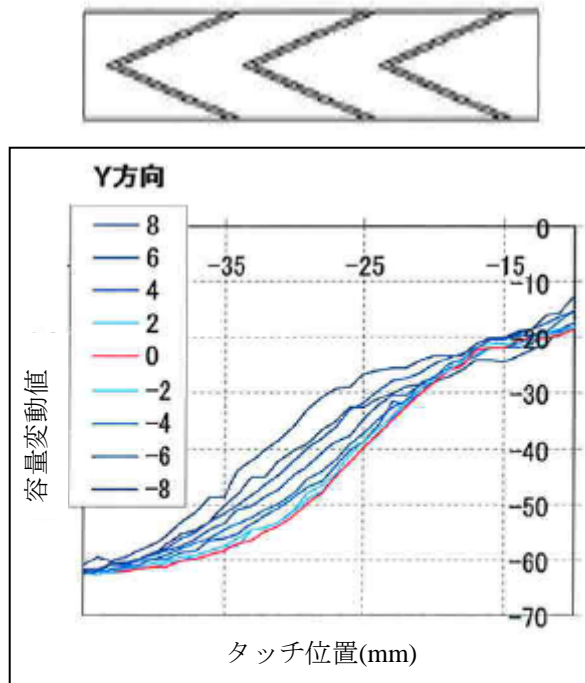


図1-10 一山電極形状

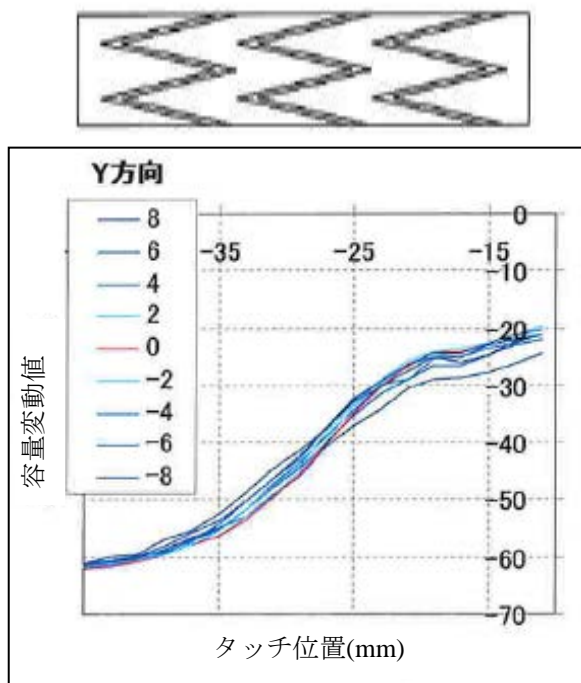


図1-11 二山電極形状

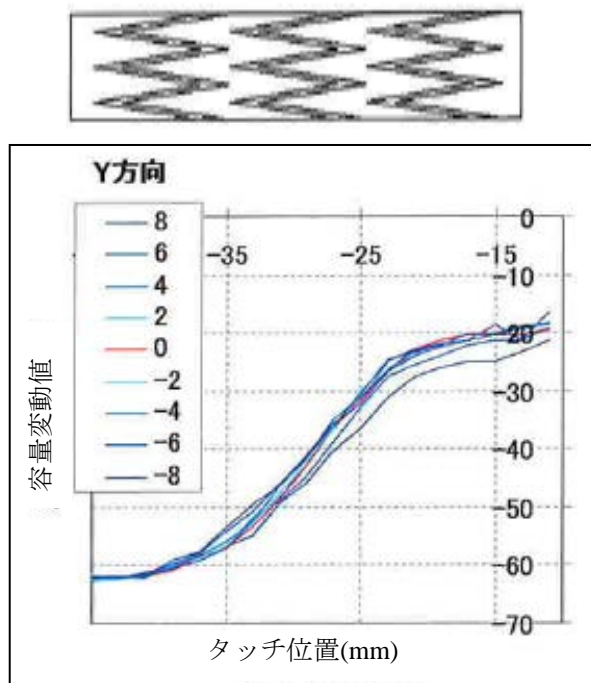


図1-12 三山電極形状

Y方向のタッチ位置特性は、電極の山が多くなると、バラツキ変化が少なくなります。

### 1.3.4 電極干渉特性

スライダ電極を形成する最適条件は、前述の容量変動特性結果から下記となります。

- ・ 山型の電極形状 ⇒ 電極と電極が干渉し合い、容量変動の直線性を保つことが可能
- ・ 電極の山の数が多 ⇒ タッチ位置による容量変動バラツキを軽減可能である。

その他要因としてタッチ感度があります。山の数増加は接電極間の界面増加を招き寄生容量増加にてタッチ感度が劣化します。タッチ感度の観点からは山型の電極形状では二山が最適となります。

以上の条件から、最適電極形状は二山電極形状となります。

そこで、二山電極形状の基本特性向上のため、電極干渉特性の検証を行います。

タッチ位置検出の直線性を向上させるために、電極の谷部分に次の電極の山部分が入るように電極を形成し、容量変動特性の検証を行います。結果を図1-14に示します。

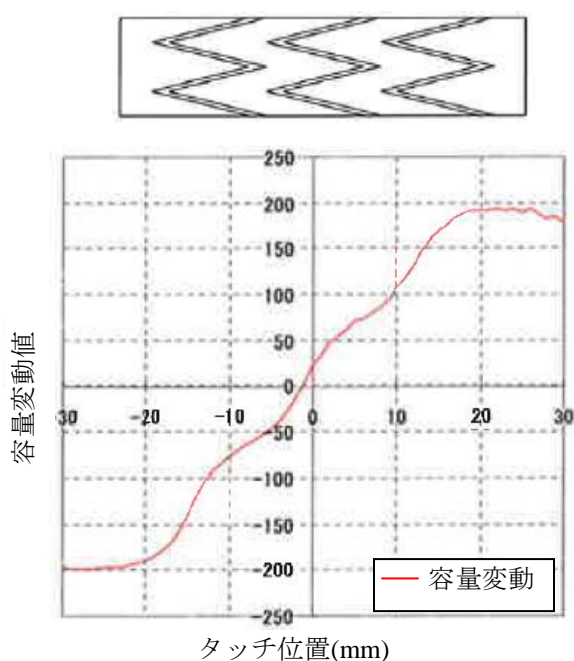


図1-13 電極形状変更前

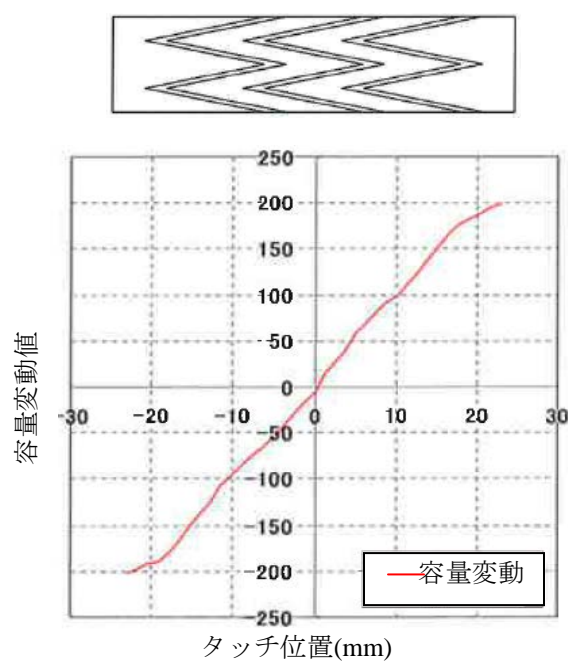


図1-14 電極形状変更後

検証の結果、電極間の干渉増加により直線性が向上している事が確認されました。



1.3.5 電極間隔特性と変化量

前述の結果より電極間の干渉増加は直線性向上に効果がある事が検証されました。しかしながら電極間の干渉増加は寄生容量の増加となりタッチ/非タッチ時の差分検出に悪影響を及ぼします。そこで、電極間隔を変更しタッチ/非タッチ時の差分検出との関係性を検証するため電極間を0.5mmと0.8mmとしタッチ/非タッチ時の変化量を測定しました。結果を図1-15と図1-16に示します。

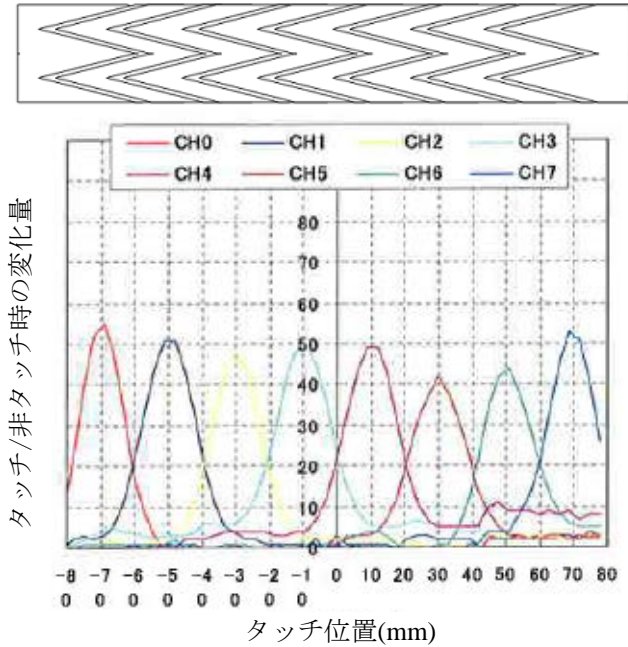


図1-15 電極間0.5mm

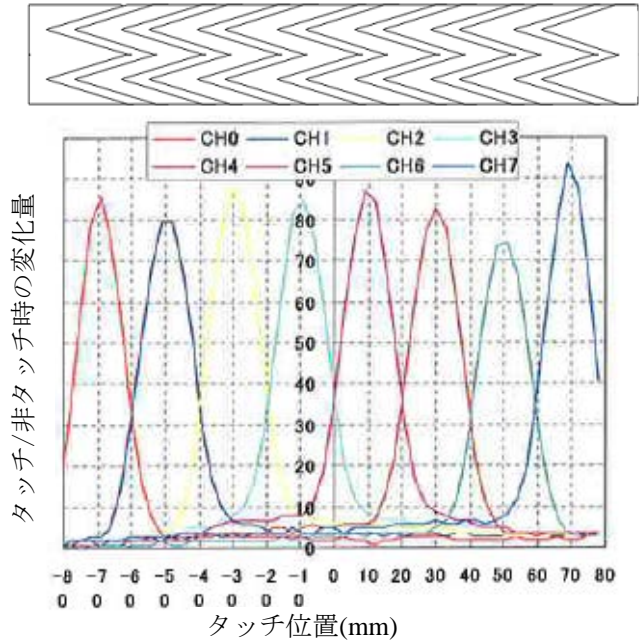


図1-16 電極間0.8mm

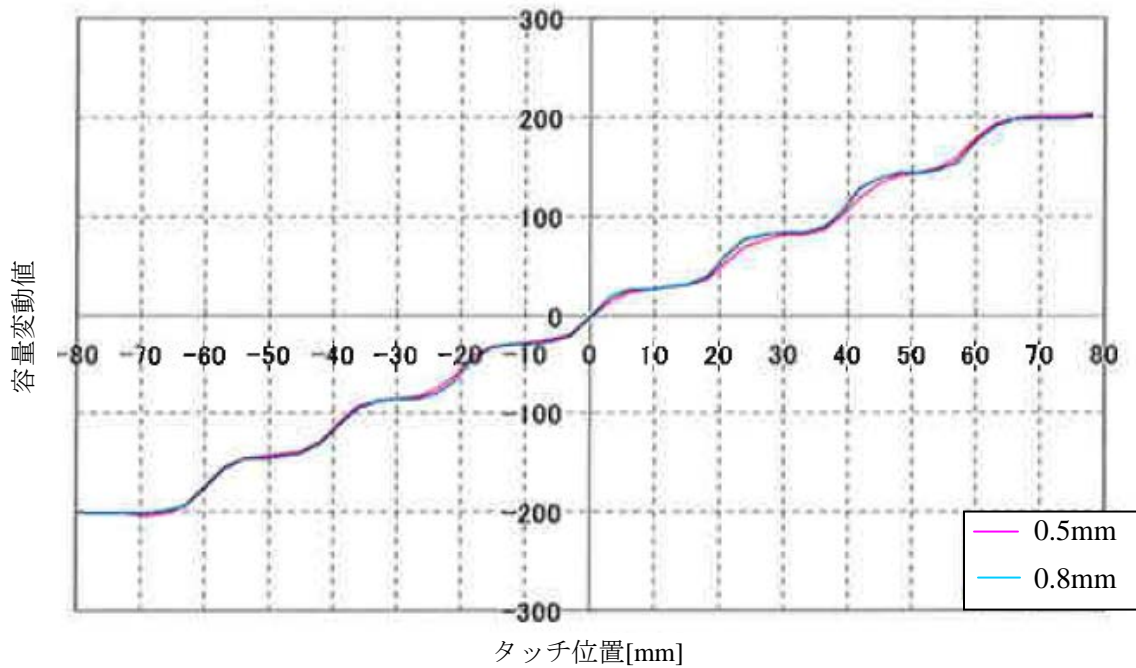


図1-17 0.5mm、0.8mm電極特性

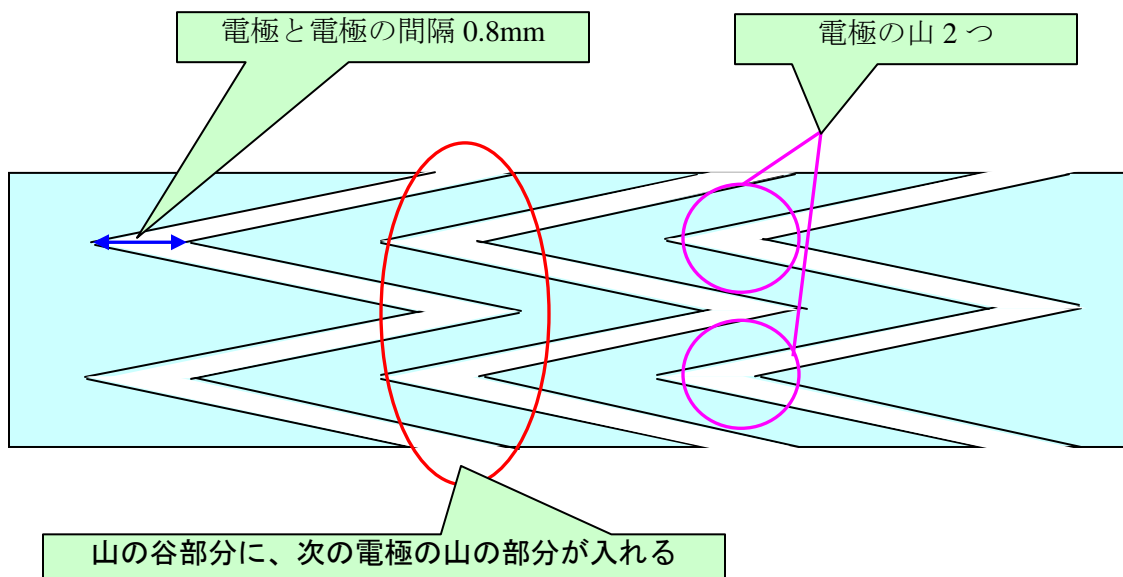
上記結果より電極間隔 0.8mm がタッチ/非タッチ時の変化量を増大させる事を確認しました。また、図 1-17 に 0.5mm と 0.8mm 時の基本特性のグラフを示します。電極間隔を変化させても容量変動特性に影響を与えていない事が解ります。

### 1.3.6 最適電極形状のまとめ

これまで行った電極形状特性を元に最適電極形状をまとめます。

スライダ電極形成最適条件

- ・ 1電極の山の数は2つ
- ・ 電極と電極が干渉し易いように、山の谷部分に、次の電極の山の部分を入れる。
- ・ 電極と電極の間隔は、0.8mm程度にする。



※ 上記は、スライダ形状の最適形状を示しましたが、タッチ感度については、電極までの配線長、パネルの厚み、外付け回路定数によって大きく異なります。

## 2. スライダ処理アプリケーション例

### 2.1 スライダ処理のフローチャート

スライダの処理についてはサンプルコードとして紹介します。

R8C/33T の H/W で計測され平均化された測定値は、まずスライダ電極が押されているかどうか判断を行い、押されている場合は演算処理へ移行します。またスライダは 1ch の電極で判断するのではなく、複数の電極で判断するため ON 判定した場合は、スライダで使用している電極のドリフト処理を停止させます。演算処理を行い、押されている場所が特定されたらスライダのチャンネルとしてデコードします。

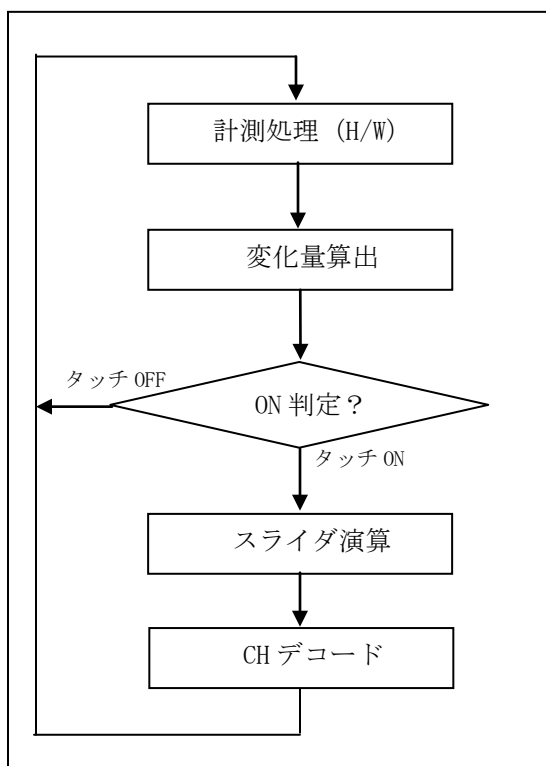


図 2-1 スライダの処理フローチャート



## 2.2 スライダ演算

図 2-2 にスライダイメージを示します。以降図 2-2 の電極構成にて説明いたします。

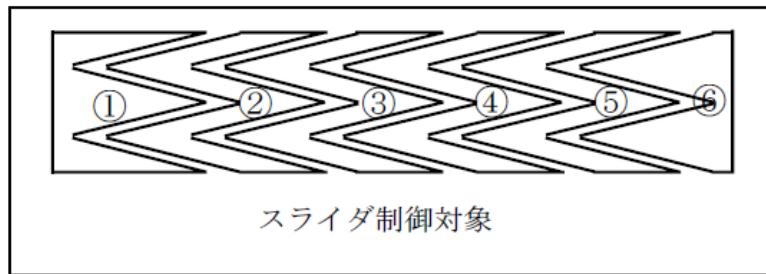


図 2-2 スライダイメージ

### 制御パラメータ

Ncount[x]	: Ch ①～⑥それぞれの計測値
Nref[x]	: Ch ①～⑥それぞれの基準値
Nthr[x]	: Ch ①～⑥それぞれの閾値変化量設定値
$\Delta$ CNTx	: Ch ①～⑥それぞれの変化量
Sldsum = $\Delta$ CNT1 + $\Delta$ CNT2 + $\Delta$ CNT3 + $\Delta$ CNT4 + $\Delta$ CNT5 + $\Delta$ CNT6	: Ch ①～⑥変化量の合計値
Sldthr	: Sldsum に対する閾値変化量
Nsld_dif	: スライダの演算結果

### 制御内容

同時押し禁止制御は下記のように、ON 判断の際、構成する全 Ch の変化量により判断を行います。

各 Ch の ON 判断条件

$$\Delta x = Nref[x] - Ncount[x]$$

$$Sldsum = \Delta ① + \Delta ② + \Delta ③ + \Delta ④ + \Delta ⑤ + \Delta ⑥$$

$$Sldsum > Sldthr$$

Sldthr → Sldsum に対する閾値変化量だが、スライダの電極形状、配線状態により状況が異なるため、その状況により値を決定します。

### スライダ演算

6CH スライダの場合、下記の演算式となり最小値 100、最大値 600 の演算値となります。

$$Nsld\_dif = \frac{1 * \Delta CNT1 + 2 * \Delta CNT2 + 3 * \Delta CNT3 + \dots + 6 * \Delta CNT6}{\Delta CNT1 + \Delta CNT2 + \Delta CNT3 + \dots + \Delta CNT6}$$

## 2.3 チャンネル・デコード処理

6ch のスライダ電極を 12 ポジションに分解する例を取ると、図のようなイメージ図となります。  
デコードはスライダの Spos12 から始め、Spos11→ Spos10→ … →Spos1 の順に行います。

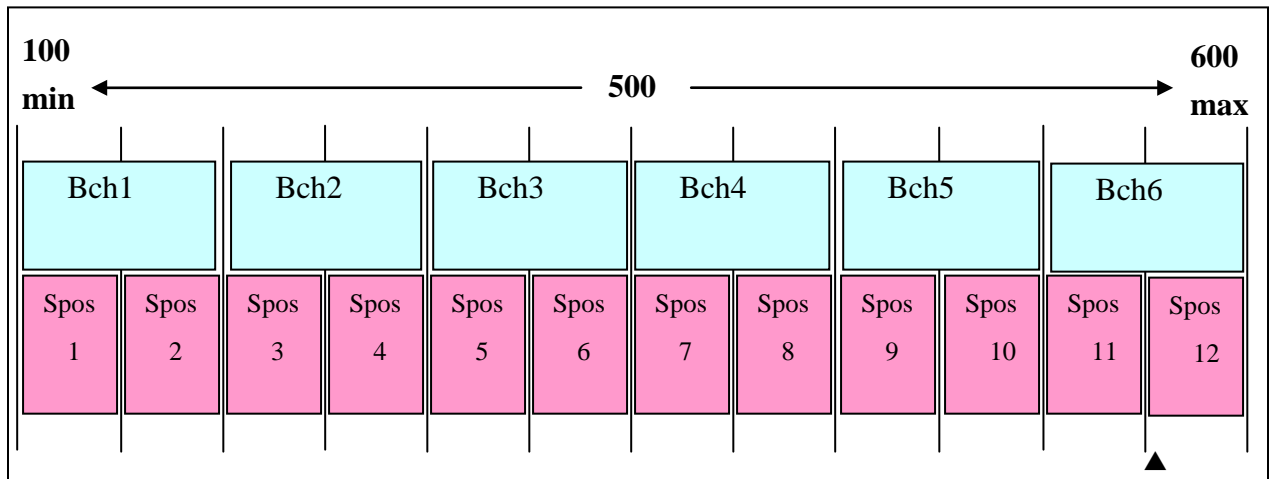


図 2-3 12pos デコードのイメージ図

- Bchx : ベースになるスライダの電極チャンネル
- Sposx : デコードされたスライダのポジション

Sch12 をデコードする場合

$$Nsld\_dif \geq (dif\_val/Sld\_pos\_max*11)+Nsld\_dif\_min$$

Nsld\_dif : スライダ演算値

dif\_val : 演算値の差分 (600-100=500)

Sld\_pos\_max : スライダのデコード・ポジション数 (12)

Nsld\_dif\_min : 演算値の最小値 (100)

図 2-3▲ポイントは

$$\begin{aligned} \blacktriangle &= (500/12*11)+100 \\ &= 558.33 \end{aligned}$$

よって、558 以上 (600 以下) なら Spos12 とします。

## 2.4 スライダサンプルコード

以下にサンプルコードを示します。

```

/*****
//      Substance of Slider decipherment processing
*****/
unsigned char      chk_slider_touch( void ){

    //      Slider process①
    if( chk_touch_thr_s() == ng ){          //      Whether it touches is distinguished.
        md_slider = off;                    //      non touch (use Drift prc.)
        return( ng );
    }
    md_slider = on;                         //      slider & wheel touch (use Drift prc.)

    //      Slider process②
    Nsld_dif = calc_slider_pos();

    //      Slider process③
    Spos = slider_pos_dec();

    return( ok );
}

```

```

/*****
//      Slider process①
*****/
unsigned char      chk_touch_thr_s( void ){
    unsigned char  i;
    unsigned short wk1=0, wk2=0;

    Dcount_sld = 0;                          //      count initial
    for ( i=0 ; i<=5; i++ ) {                //      slider all Ch
        Dcount_sld += Dcount[i];
    }

    if( Dcount_sld < 40 ){                    //      Total of amount of change (Asum) < Judged threshold (ATHR)
        i = ng;                               //      Coordinates are not calculated.
    } else {                                  //      Total of amount of change (Asum) >= Judged threshold (ATHR)
        i = ok;                               //      Coordinates are calculated.
    }
    return( i );
}

```

```

/*****
//      Slider process②
*****/
unsigned short     calc_slider_pos( void ){
    unsigned short wk1, wk2;

    wk2 = 1*Dcount[5] + 2*Dcount[4] + 3*Dcount[3] + 4*Dcount[2] + 5*Dcount[1] + 6*Dcount[0];
    wk2 *= 100;
    wk1 = wk2/Dcount_sld;
    return( wk1 );
}

```

```

#define      Nsld_dif_min      100          //
#define      Nsld_dif_max      600          //
#define      Sld_pos_max      12           //
/*****/
//          Slider process③
//          100                      600
//          |<----- dif_val ----->|
//          | 1| 2| 3| 4| 5| 6| 7| 8| 9|10|11|12|      Slider pos
//          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |                electrode
//          Nsld_dif_min                      Nsld_dif_max
/*****/
unsigned char      slider_pos_dec( void ) {
    unsigned char      wk;
    unsigned short     dif_val;

    dif_val = Nsld_dif_max - Nsld_dif_min;          //
    if( Nsld_dif >= (dif_val/Sld_pos_max*11)+Nsld_dif_min ) {
        wk = 12;
    }else
    if( Nsld_dif >= (dif_val/Sld_pos_max*10)+Nsld_dif_min ) {
        wk = 11;
    }else
    if( Nsld_dif >= (dif_val/Sld_pos_max*9)+Nsld_dif_min) {
        wk = 10;
    }else
    if( Nsld_dif >= (dif_val/Sld_pos_max*8)+Nsld_dif_min) {
        wk = 9;
    }else
    if( Nsld_dif >= (dif_val/Sld_pos_max*7)+Nsld_dif_min) {
        wk = 8;
    }else
    if( Nsld_dif >= (dif_val/Sld_pos_max*6)+Nsld_dif_min) {
        wk = 7;
    }else
    if( Nsld_dif >= (dif_val/Sld_pos_max*5)+Nsld_dif_min) {
        wk = 6;
    }else
    if( Nsld_dif >= (dif_val/Sld_pos_max*4)+Nsld_dif_min) {
        wk = 5;
    }else
    if( Nsld_dif >= (dif_val/Sld_pos_max*3)+Nsld_dif_min) {
        wk = 4;
    }else
    if( Nsld_dif >= (dif_val/Sld_pos_max*2)+Nsld_dif_min) {
        wk = 3;
    }else
    if( Nsld_dif >= (dif_val/Sld_pos_max*1)+Nsld_dif_min) {
        wk = 2;
    }else{
        wk = 1;
    }
    return( wk );
}

```

## 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/>

お問合せ先

<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	2010.08.26	—	初版発行

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っていると、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. 本資料に記載されている内容は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連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の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。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。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 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。
5. 輸出に際しては、「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。本資料に記載されている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の目的で使用しないでください。また、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に使用することができません。
6. 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。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されてい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生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。  
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  
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、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）  
特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等
8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社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。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、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おりません。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、社会的損害など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、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。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、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
10. 当社製品の環境適合性等、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、当社は、一切その責任を負いません。
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固くお断りいたします。
12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

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/inquiry>