

R8C/38T-A グループ

R01AN1538JJ0100

Rev.1.00

SCU 関連レジスタ設定による周波数特性改善

2013.03.04

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感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、R8C/33T グループで採用した静電容量式タッチセンサにおける タッチ時に人体より電極に重畳されるノイズ(主に AM 波)に対する特性改善例を説明します。

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. 周波数特性	2
2. 関連レジスタ設定概要	7
3. 周波数特性改善手法	9
4. レジスタ設定詳細.....	11
5. 各計測動作組合せ仕様	29

1. 周波数特性

1.1 概要

タッチセンシングにおいては、計測端子の閾値電圧により計測カウントを行っている為、電源等よりのノイズ混入、計測端子に混入するノイズ等により計測値に影響が現れます。また、タッチセンスの特性上人体がタッチする事によるノイズ混入も問題となります。

本アプリケーションノートでは、AM波等の強電界下などで人体を通して混入するノイズに対する特性改善方法を記します。

図1-1 に示すように、強電界でタッチを行った場合、人体がアンテナとなり、タッチ電極ーアース間に電位差が発生します、その際に電極（計測端子）電位を変動させる事となり、タッチセンシングに影響が発生します。

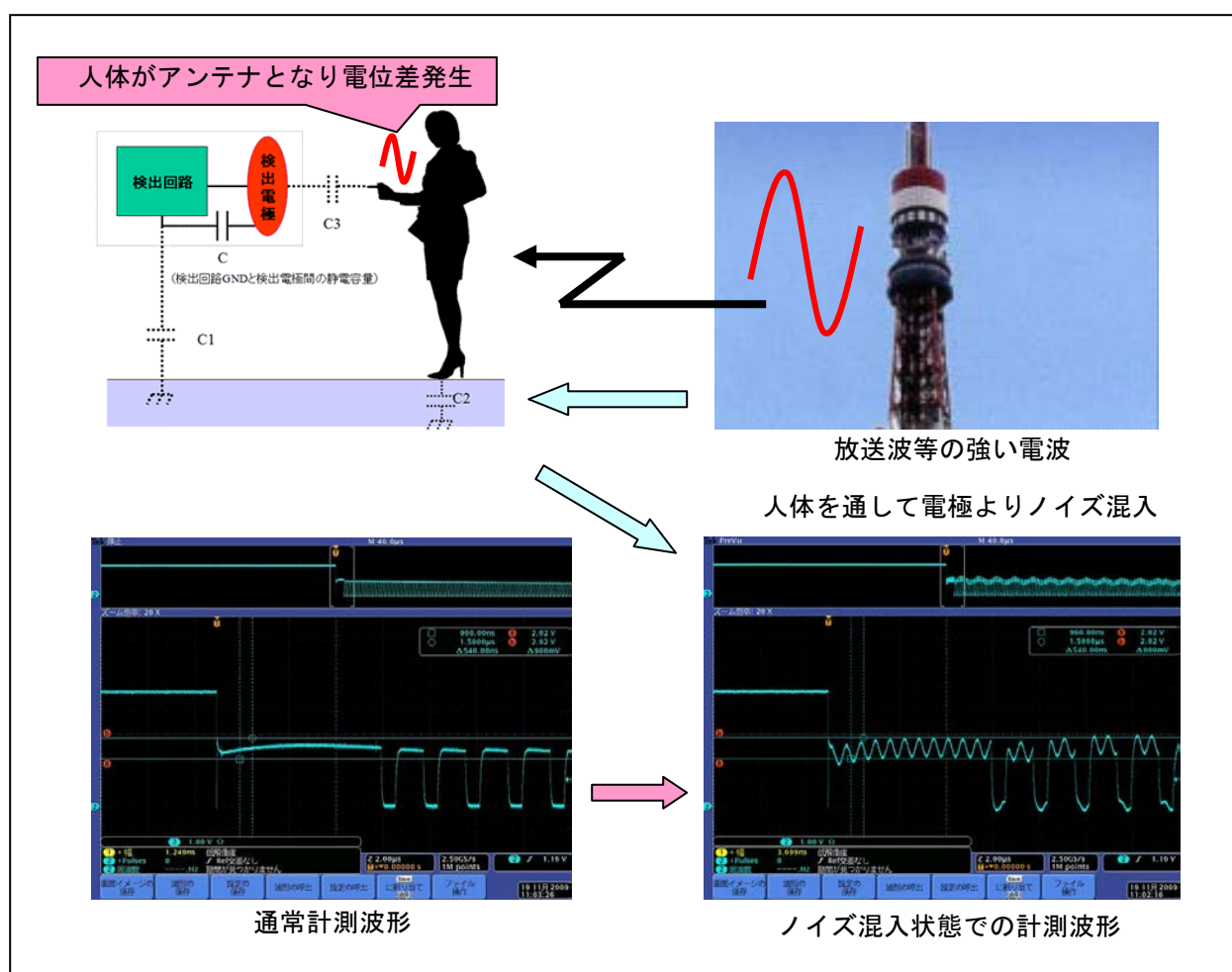


図1-1 タッチによる電極へのノイズ混入

1.2 計測に対する主な影響要因

R8C/33T タッチセンシング計測端子が受ける影響要因として、主に2種類に大別されます。

- ① 計測波形に重畳するノイズにより、閾値判定に影響を及ぼす。
- ② 計測周期とノイズ周期による「うねり波」により閾値判定に影響を及ぼす。

1.2.1 計測波形に重畳して影響を及ぼす場合。

図 1-2-1 に示す様に R8C/33T シリーズのタッチセンサでは、一定の期間で閾値判定を行っています。

その為、計測波形に周期性のノイズが重畳した場合に正確な判定が出来ない場合があります。

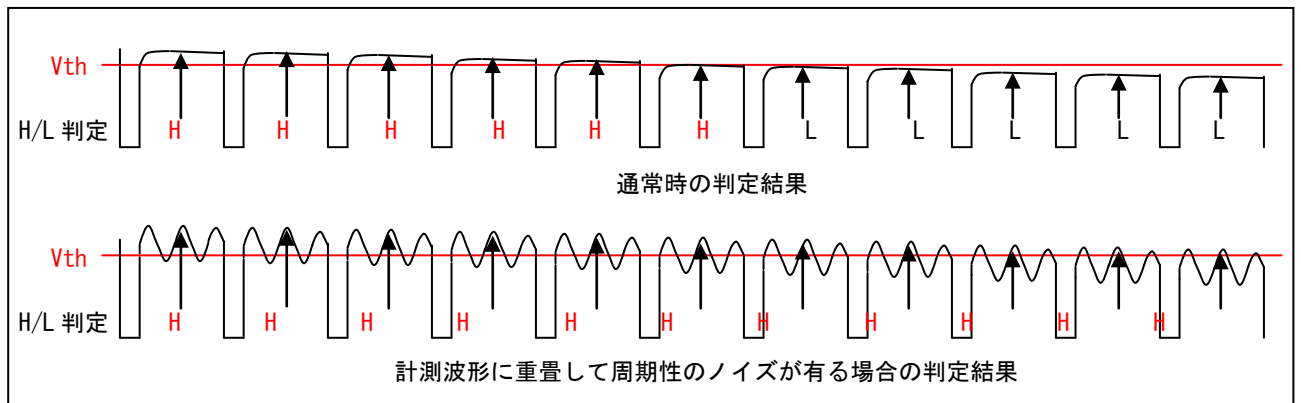


図 1-2-1 周期性のノイズが重畳された場合

1.2.2 計測周期とノイズ周期による「うねり波」が影響を及ぼす場合。

R8C/33T シリーズタッチセンサでは計測端子部で「放電」L” 計測”Hi-z” を繰り返す事により

静電容量の検出を行っています。この動作は計測端子から見た場合 “L”-”H”の周期パルスと見なす事が出来ませんが、一般に、異なる周期の波が重なった場合、「うねり」と呼ばれる波が発生します。この「うねり波」の影響により計測が不安定になる場合があります。

うねり波のシュミレーションモデルを図 1-2-2に示します。

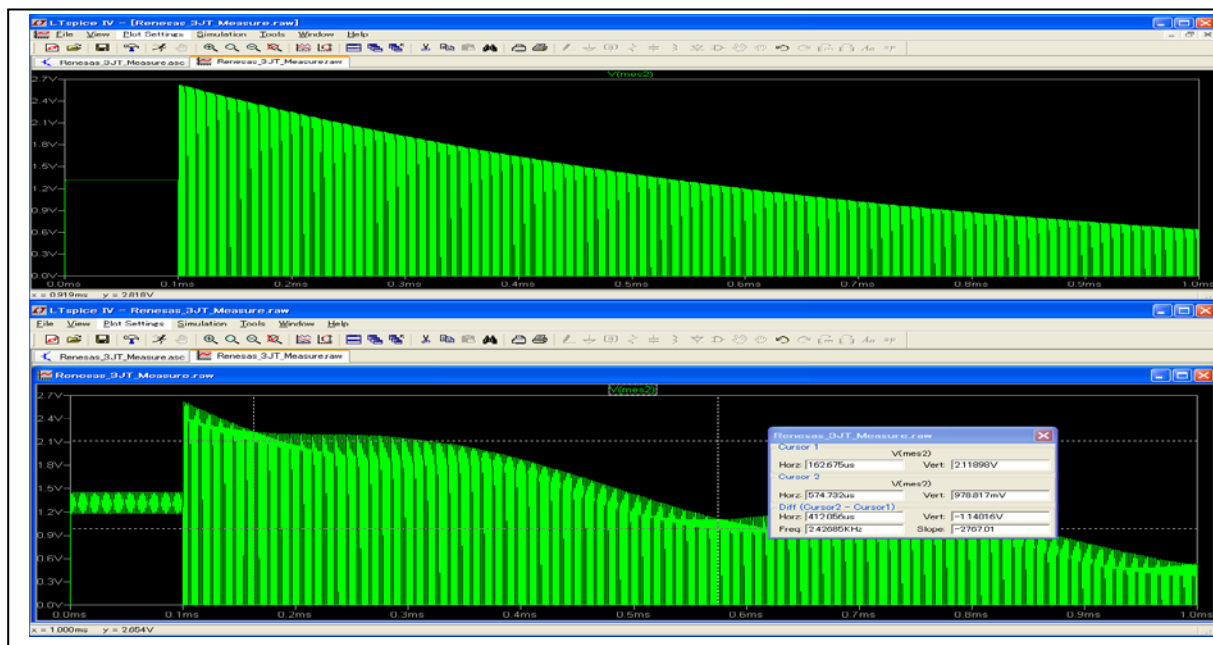


図 1-2-2 計測端子に現れる計測周期とノイズ周期による「うねり波」(シュミレーションモデル)

1.3 設定による周波数特性変化

1.3.1 SCU レジスタ設定による周波数特性変化例

図1-3-1、図1-3-2にSCUレジスタ設定変更による周波数特性変化を記します。

平均値変動グラフ及び計測値変動幅グラフは以下の様に定義し、評価対象はR8C/3JT評価基板によるものです。(R0K521336E001BR + R0K521336E003BR によるもので、参考データとします)

平均値変動グラフ : 図1-3-1 タッチ状態に於いて、非ノイズ印加時の100回計測平均値に対し、AM波帯 (531~1602KHz 9KHzステップ) のノイズを印加した場合の各平均値の変動割合を比較。

計測値変動幅グラフ : 図1-3-2 ノイズ印加時状態での計測値変動を、100回計測値のMAX値-MIN値により算出し、非ノイズ印加時の変動値に対する割合として比較。

印加ノイズ : 計測端子部において900mVp-pとなる様に試験指を通してパネル面より正弦波を印加 (周波数はAM波帯域 531KHz~1602KHz 9KHzステップ)

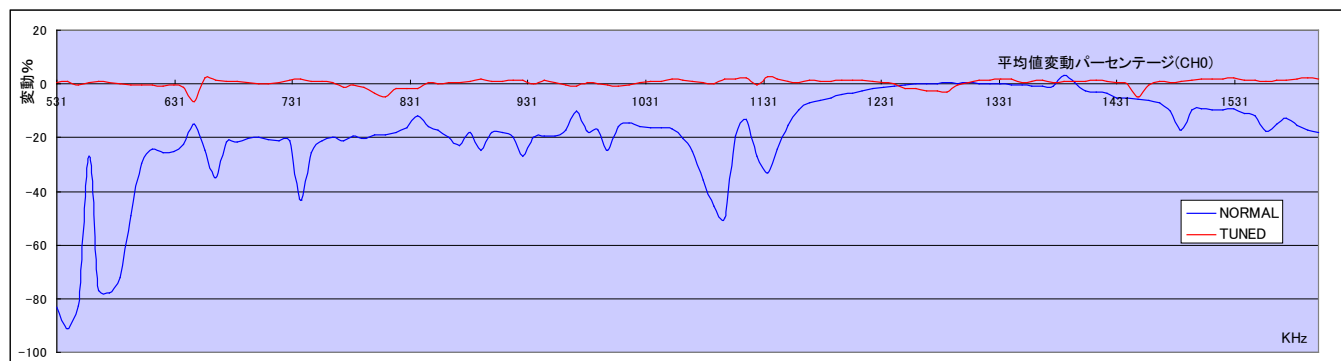


図 1-3-1 平均値変動グラフ

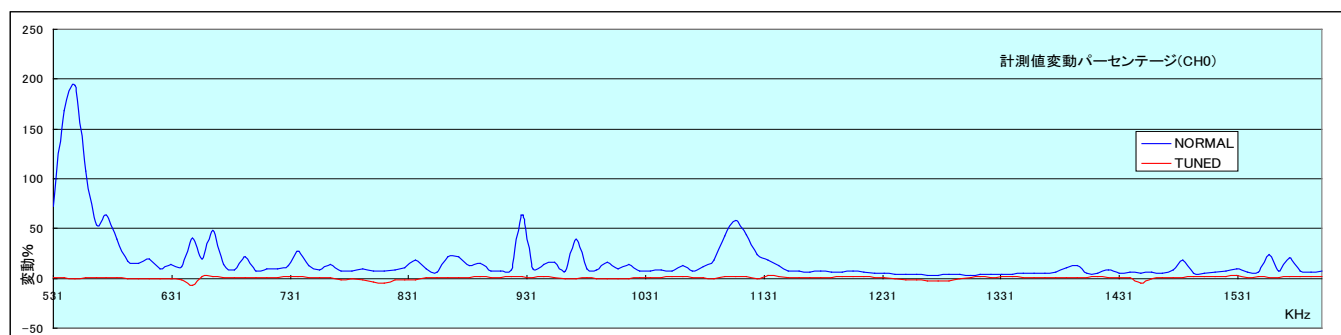


図 1-3-2 計測値変動幅グラフ

設定条件

NORMAL 設定:計測波形長 1.8 μ SEC セカンダリカウンタ設定 7 回

TUNED 設定 :計測波形長 6.2 μ SEC セカンダリカウンタ設定 31 回 多数決制御有り 回数設定 15 回

1.3.2 周波数特性データ取得方法及び条件(参考資料)

R8C/33T グループの周波数特性データ取得環境を図 1-3-3に、ブロック図を図 1-3-4 に示します。

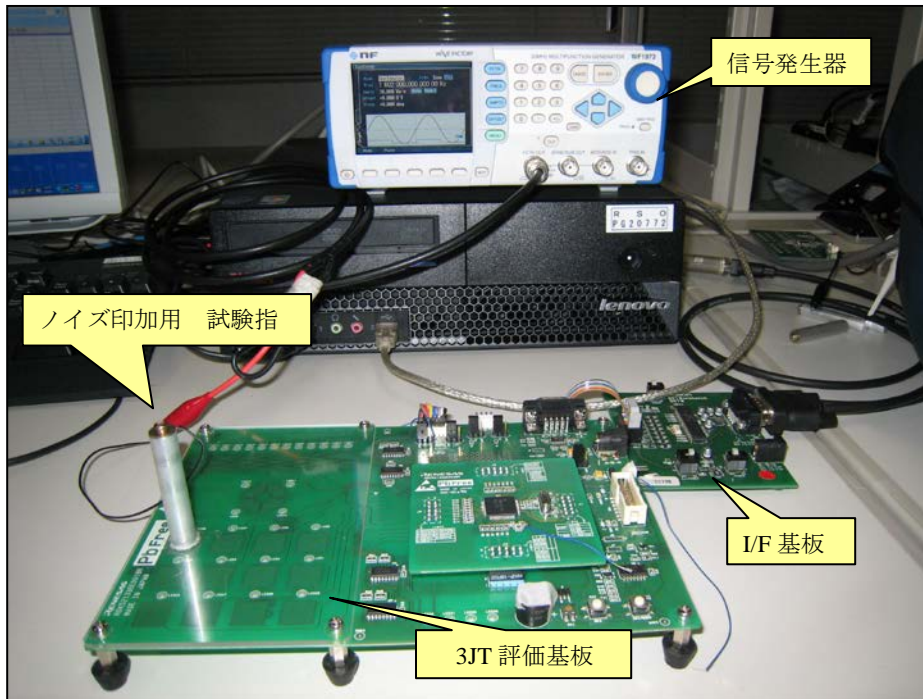


図 1-3-3 周波数特性データ取得環境

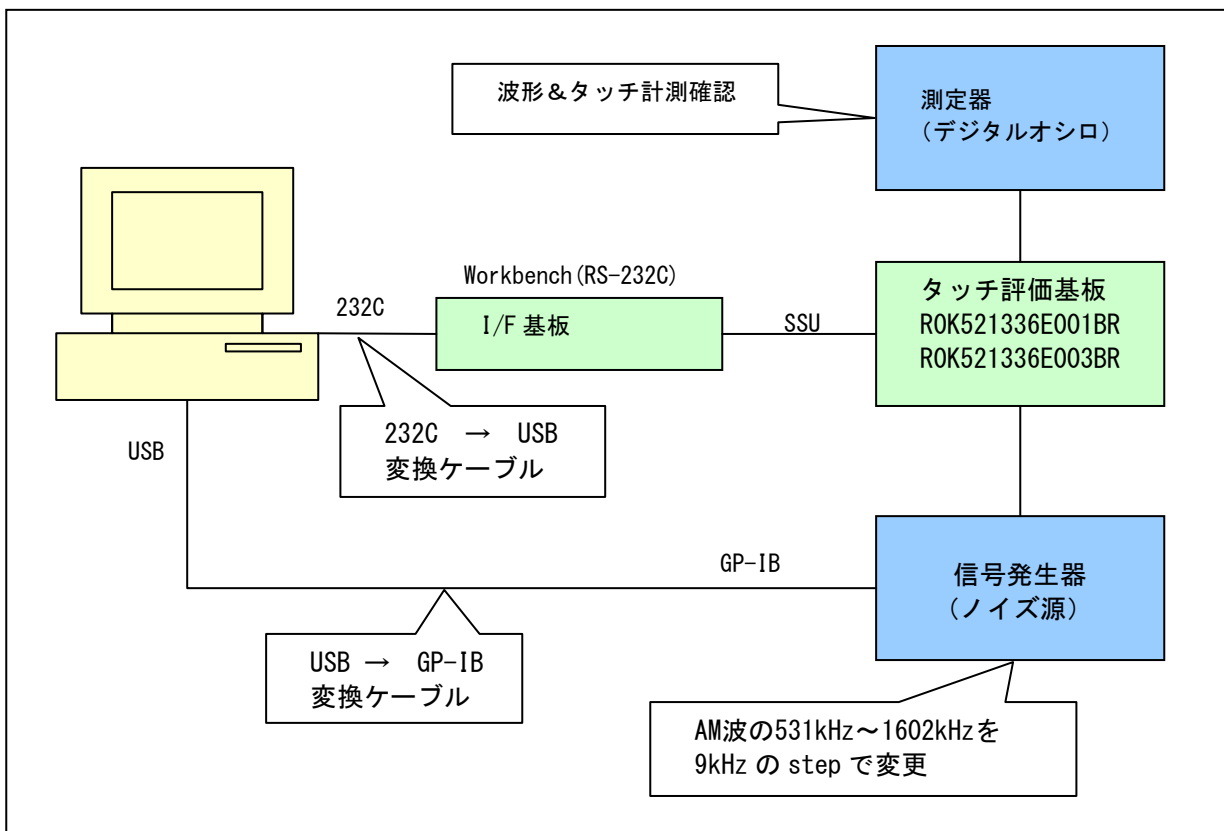


図 1-3-4 周波数特性データ取得ブロック図

2. 関連レジスタ設定概要

2.1 計測ステータス区間

図 2-1-1 に SCU のステータス区間を示します。

(各ステータス区間の動作については、R8C/33T グループ ハードウェアマニュアルを参照下さい)
区間 4 終了後の計測を「Pre 計測」、区間 5 終了後の計測を「MAIN 計測」と定義し、以下の説明を記述します。

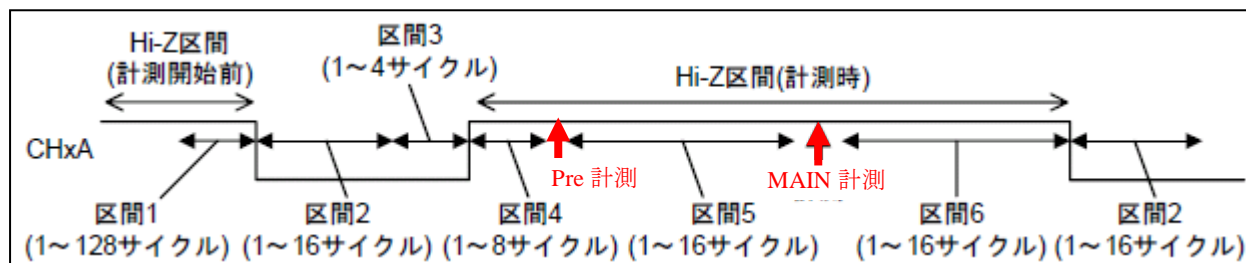


図 2-1-1 SCU ステータス区間

2.2 SCU 制御レジスタ 0(SCUCR0)

アドレス 02C0h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	SCUIE	BCSHORT	SCCLK1	SCCLK0	DLYCKE	SCINIT	SCUE	SCSTRT
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0

図 2-2-1 SCU 制御レジスタ 0

表 2-2-1 SCU 制御レジスタ 0 詳細

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	SCSTRT	スタートビット	0 : カウント停止 1 : 計測スタート	R/W
b1	SCUE	SCU 動作許可ビット	0 : 動作禁止 1 : 動作許可	R/W
b2	SCINIT	SCU 初期化ビット	1 : SCU 制御系レジスタ初期化	R/W
b3	DLYCKE	ディレイクロック許可ビット	0 : 禁止 1 : 許可	R/W
b4	SCCLK0	カウントソース選択ビット	00 : f1 01 : f2 10 : f4 11 : 設定しない	R/W
b5	SCCLK1			
b6	BCSHORT	CHxB-CHxC 間短絡選択ビット	0 : 短絡なし 1 : 短絡あり	R/W
b7	SCUIE	SCU 割り込み許可ビット	0 : SCU 割り込み禁止 1 : SCU 割り込み許可	R/W

DLYCKE ビット(ディレイクロック許可ビット)

MAIN 計測のタイミングを約 5nsec 単位で遅延する事が可能になります

詳細は「ディレイ計測機能」を参照下さい。

2.3 SCU モードレジスタ(SCUMR)

アドレス 02C1h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	SCCAP1	SCCAPO	CONST	MJNUM2	MJNUM1	MJNUM0	RANDOM	PREMSR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0

図 2-3-1 SCU モードレジスタ

表 2-3-1 SCU モードレジスタ詳細

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	PREMSR	Pre 計測選択ビット	0 : Pre 計測無し 1 : Pre 計測有り	R/W
b1	RANDOM	ランダム計測選択ビット	0 : ランダム計測無し 1 : ランダム計測あり	R/W
b2	MJNUM0	多数決サンプリング 回数選択ビット	000 : 多数決計測無し 001 : 3 回 010 : 5 回 011 : 7 回 100 : 9 回 101 : 11 回 110 : 13 回 111 : 15 回	R/W
b3	MJNUM1			
b4	MJNUM2			
b5	CONST	計測区間長選択ビット	0 : 不定 (ランダム値/多数決回数による) 1 : 固定	R/W
b6	SCCAPO	タッチセンサ計測開始 トリガ選択ビット	00 : ソフトウェアトリガ 01 : 設定しないで下さい 10 : タイマ RC トリガ 11 : 外部トリガ	R/W
b7	SCCAP1			R/W

PREMSR ビット(Pre 計測選択ビット)

区間 4 終了後に Pre 計測を行う事が可能になります

計測結果カウント数は Main 計測”H”認識回数に Pre 計測”H”認識回数が足されたものとなります。

詳細は「Pre 計測機能」を参照下さい。

RANDOM ビット(ランダム計測選択ビット)

区間 5 終了後の MAIN 計測部分でランダム計測を行います。

詳細は「ランダム計測機能」を参照下さい

MJNUM0~2 ビット(多数決サンプリング回数選択ビット)

区間 5 終了後の MAIN 計測部分で多数決サンプリングを行います。

また、多数決サンプリングの回数を規定します。

詳細は「多数決一致計測機能」を参照下さい。

CONST ビット(計測区間長選択ビット)

ランダム及び多数決サンプリング設定の際、ランダム設定/多数決回数にかかわらず

計測区間を固定にする事が可能になります。

選択しない場合、ランダム値/多数決回数により計測区間が可変となります。

3. 周波数特性改善手法

3.1 計測波形に重畳して影響を及ぼす場合の調整

図 1-2-1 に示されるような、波形に周期性のノイズが重畳する場合の改善策を記します。

R8C/33T グループでは、波形に重畳するノイズ影響を軽減する方法として、以下の 3 種類の機能を設けています。

- ① ランダム計測機能
- ② 多数決一致計測機能
- ③ デイレイ計測機能

各計測機能は、電位判定の周期性を無くす事により、外乱(特に放送波等の周期性のあるノイズ要因)に対する脆弱性改善を行います。

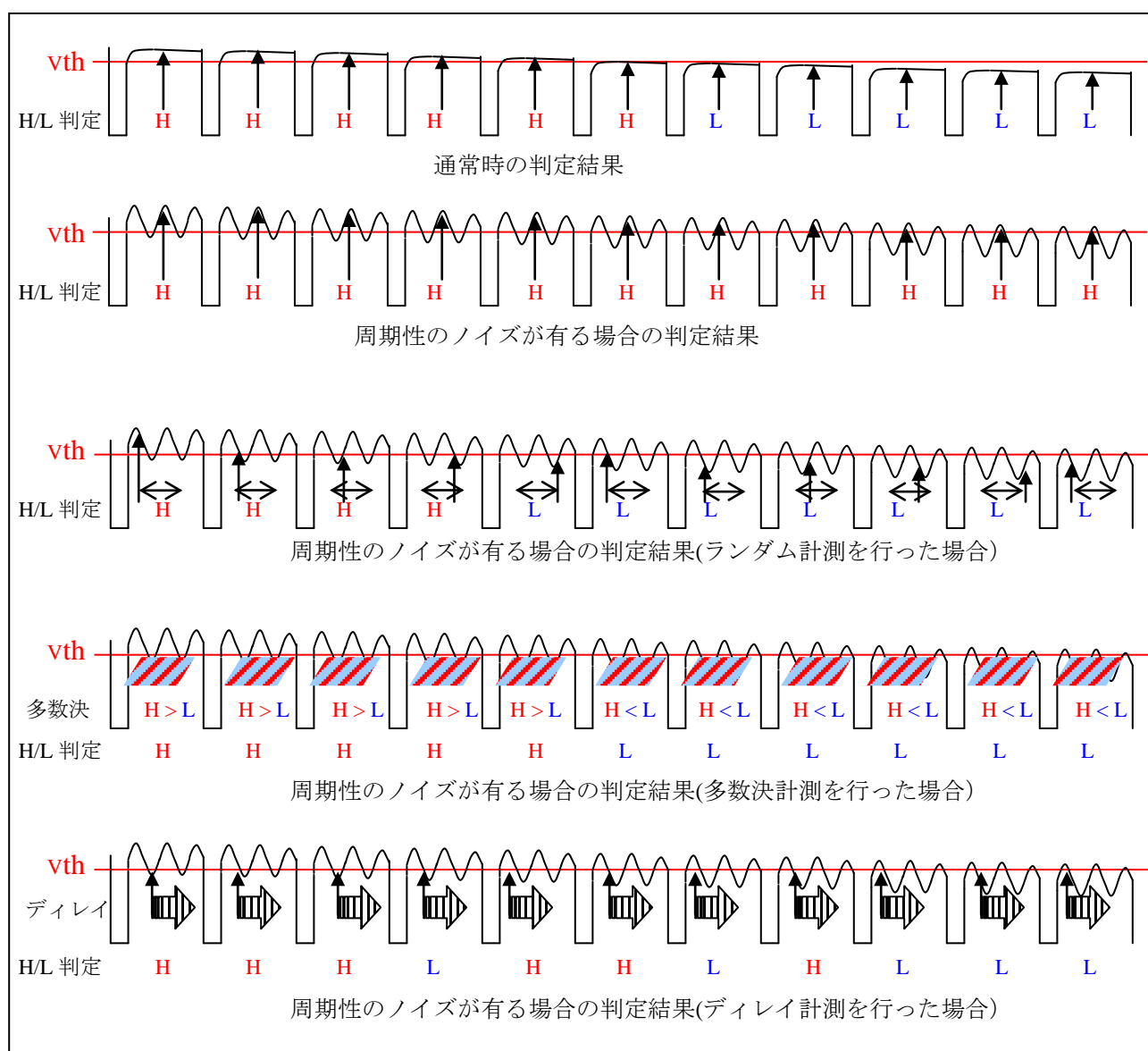


図 3-1-1 ノイズ影響軽減化イメージ図

3.2 計測周期とノイズ周期による「うねり波」が影響を及ぼす場合の調整

図 1-2-2 計測端子に現れる計測周期とノイズ周期による「うねり波」(シミュレーションモデルに示される様な、計測波形全体に「うねり波」が発生する場合の改善策を示します。

R8C/33T グループでは、計測波形長の調整と SCU セカンダリカウンタ設定レジスタ (SCSCSR) の調整により影響を軽減する事が可能です。これらは、「低周波ノイズキャンセル」として機能し、上記の設定は「キャンセル下限周波数」を設定する事となります。

例としてセカンダリカウンタ設定=7回での「うねり波」に対する改善イメージを図 3-2-1に示します。

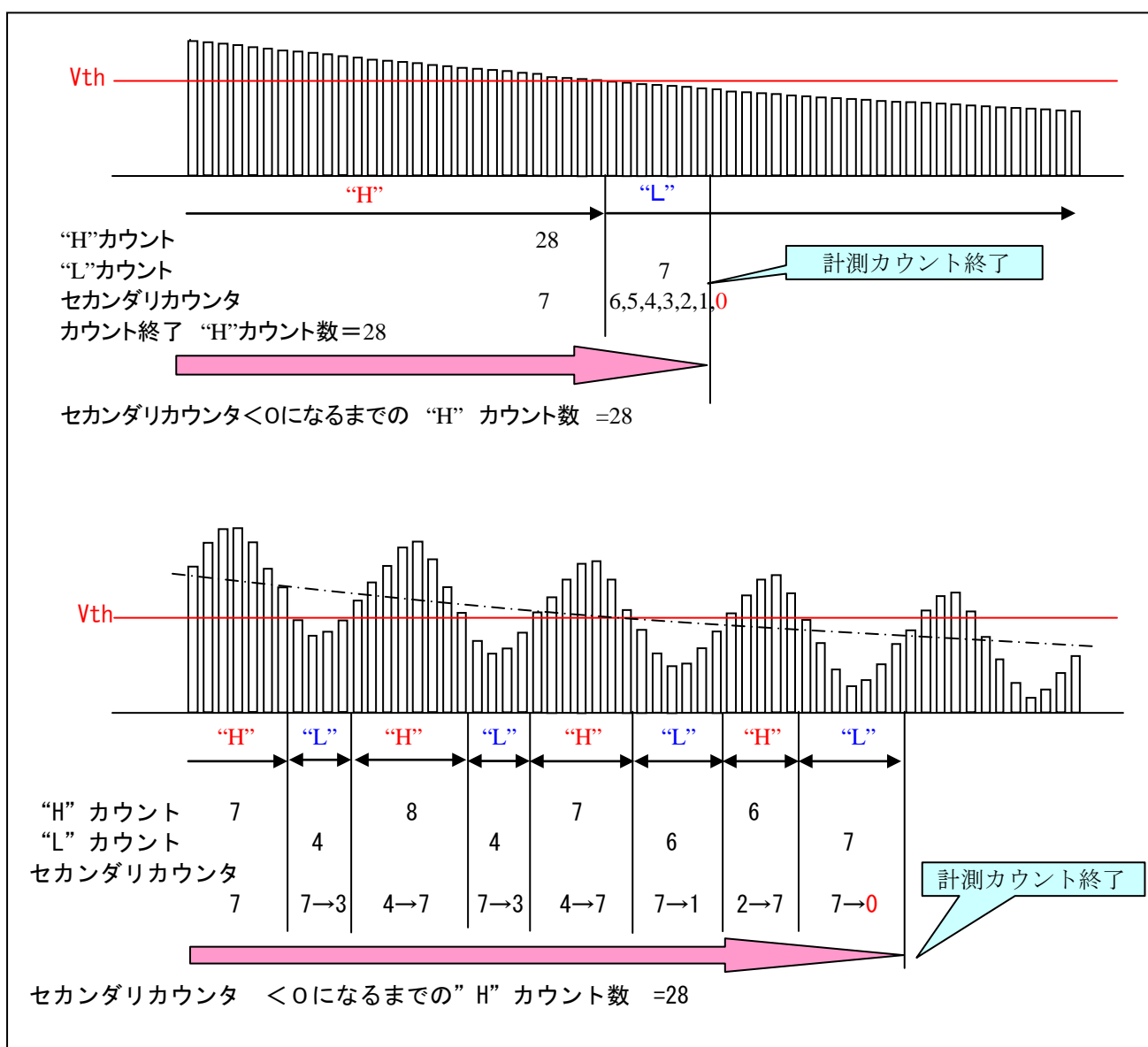


図 3-2-1 セカンダリカウンタ動作によるノイズ影響軽減化イメージ図

詳細は「4.5 セカンダリカウンタ設定」を参照下さい。

4. レジスタ設定詳細

4.1 Pre 計測

4.1.1 Pre 計測設定詳細

Pre 計測は、図 2-1-1 SCU ステータス区間で示されるステータス区間 4 終了後に MAIN 計測とは別に計測動作（閾値判定動作）を行います。

本動作は計測動作として、“L”→“Hi-z”直後の閾値判定と、MAIN 部での閾値判定を組み合わせる事により、計測値に重み付けを行う事になります。

Pre 計測動作設定を行った場合の計測カウンタ仕様を表 4-1-1及び表 4-1-2に示します。

表 4-1-1 Pre 計測を行う場合のカウンタ動作(計測 Step1)

Pre 計測判定	MAIN 計測判定	プライマリカウンタ
H	H	+1 +1 = +2
H	L	+1 +0 = +1
L	H	+0 +1 = +1
L	L	+0 +1 = +0

表 4-1-2 Pre 計測を行う場合のカウンタ動作(Step2)

Pre 計測判定	MAIN 計測判定	プライマリカウンタ	セカンダリカウンタ
H	H	+1 +1 = +2	+1 (* 1)
H	L	+1 +0 = +1	-1
L	H	+0 +1 = +1	+1 (* 1)
L	L	+0 +0 = +0	-1

* 1 セカンダリカウンタ設定レジスタ値が上限
セカンダリカウンタ動作は MAIN 結果のみ反映

Pre 計測動作は、MAIN 計測動作(ランダム計測、多数決一致計測、ディレイ計測)にかかわらず選択可能です。

注) Pre 計測のみの動作は出来ません

4.1.2 Pre 計測関連レジスタの設定

アドレス 02C1h 番地

ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	—	—	—	PREMSR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0

図 4-1-1 SCU モードレジスタ (Pre 計測選択部抜粋)

表 4-1-3 SCU モードレジスタ (Pre 計測選択部抜粋)

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	PREMSR	Pre 計測選択ビット	0 : Pre 計測無し 1 : Pre 計測有り	R/W
b1	—	—	—	R/W
b2	—	—	—	R/W
b3	—			
b4	—			
b5	—	—	—	R/W
b6	—	—	—	R/W
b7	—	—	—	R/W

Pre 計測を行う場合は、SCUMR レジスタ PREMSR ビットを”1”にしてください。

4.2 ランダム計測

4.2.1 ランダム計測設定詳細

ランダム計測では、図 2-1-1 SCU ステータス区間で示される「計測」部分のタイミングを以下に示す様に、任意に変更する制御を行います。

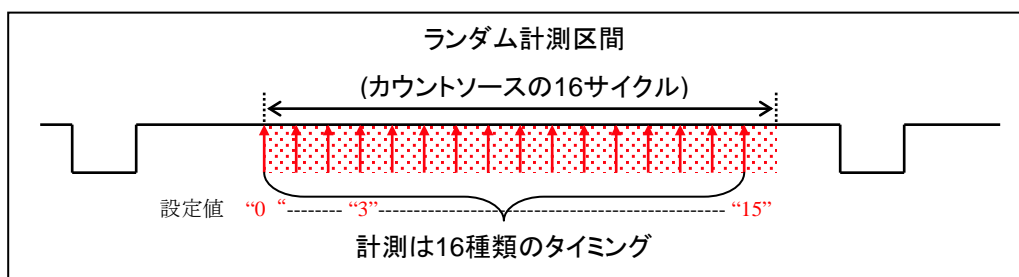


図 4-2-1 ランダム計測区間詳細

<仕様>

1. ランダム値格納レジスタ SCRVR0~7 を使用(4bit×16=64bit=8byte)
2. 16種類の計測タイミング(SCRVR0~7の値により種類と順番を決定する)

ランダム計測設定の場合、図 2-1-1 SCU ステータス区間5 終了後にランダム値格納レジスタ(SCRVR0~7)で設定されている値を参照し、計測タイミングを決定します。

(設定値×カウントソースのサイクル数分、タイミング移動します)

参照するランダム値格納レジスタは 図 4-2-2の様に(0)から(15)までを1計測波形毎に順番に参照します。(参照が(15)まで行った場合は(0)に戻ります)

計測チャンネルの切り替えが有った場合は(0)より参照をスタートします。

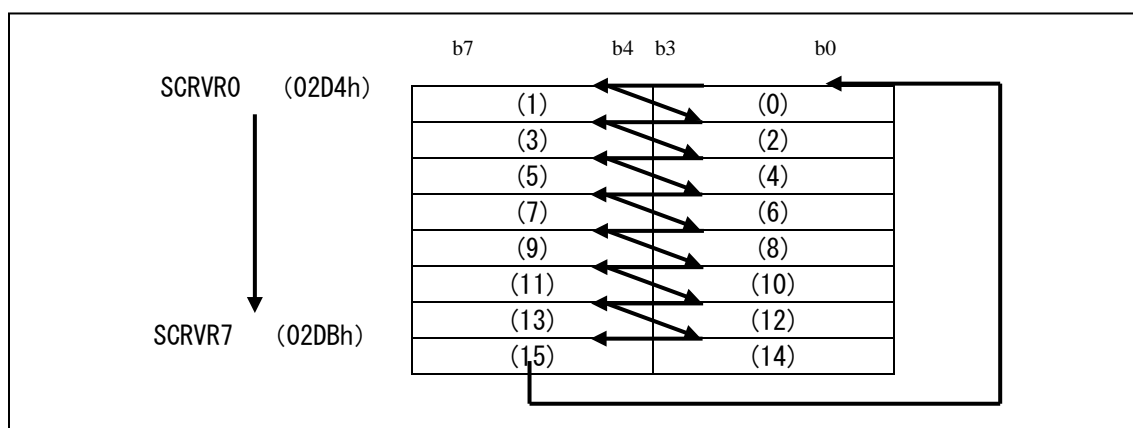


図 4-2-2 ランダム値格納レジスタ詳細

4.2.2 ランダム計測関連レジスタの設定

ランダム計測関連レジスタを、図 4-2-3及び表 4-2-1に、計測区間固定／可変設定時動作を図 4-2-4及び図 4-2-5に記します。

アドレス 02C1h 番地	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
ビット	—	—	CONST	—	—	—	RANDOM	—
シンボル	—	—	CONST	—	—	—	RANDOM	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

図 4-2-3 SCU モードレジスタ(ランダム計測設定部抜粋)

表 4-2-1 SCU モードレジスタ(ランダム計測設定部抜粋)

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	—	—	—	R/W
b1	RANDOM	ランダム計測選択ビット	0 : ランダム計測なし 1 : ランダム計測あり	R/W
b2	—	—	—	R/W
b3	—			
b4	—			
b5	CONST			
b6	SCCAPO	—	—	R/W
b7	SCCAP1	—	—	R/W

ランダム計測を行う場合は、SCUMR レジスタ RANDOM ビットを”1”にしてください。

ランダム計測区間長を計測タイミングに関係なく固定にする場合は CONST ビットを”1”にしてください。(本設定は、ランダム計測選択時のみ有効です)

計測区間長選択ビット設定による動作の違いを図 4-2-4及び図 4-2-5に示します。

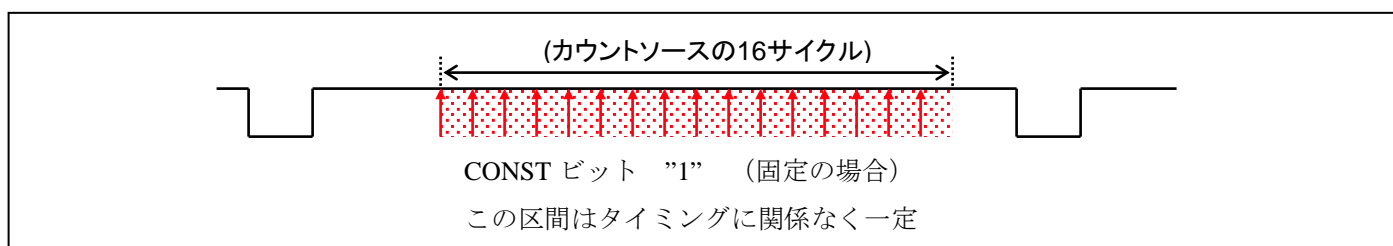


図 4-2-4 ランダム 計測区間 固定設定時動作

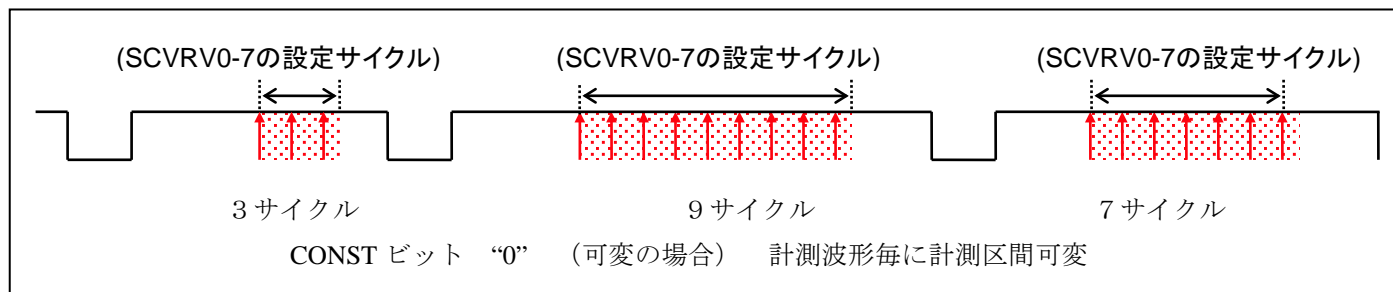


図 4-2-5 ランダム 計測区間 可変設定時動作

4.2.3 ランダム値格納レジスタの設定

SCRVR0～SCRVR7 アドレス 02D4h～02DBh 番地

表 4-2-2 ランダム値格納レジスタ表

アドレス	シンボル	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0	リセット後の値
02D4h	SCRVR0	参照 (1)				参照 (0)				00h
02D5h	SCRVR1	参照 (3)				参照 (2)				00h
02D6h	SCRVR2	参照 (5)				参照 (4)				00h
02D7h	SCRVR3	参照 (7)				参照 (6)				00h
02D8h	SCRVR4	参照 (9)				参照 (8)				00h
02D9h	SCRVR5	参照 (1 1)				参照 (1 0)				00h
02DAh	SCRVR6	参照 (1 3)				参照 (1 2)				00h
02DBh	SCRVR7	参照 (1 5)				参照 (1 4)				00h

参照(0)～(15)に計測タイミングを “0” ～ “F” の範囲で任意に設定してください。

(定値は上記の範囲内であればユニークデータで無くても問題ありません)

設定及びタイミング変化例

ランダム値の設定例を表 4-2-3に、対応するタイミング変化を表 4-2-4に記載します。

表 4-2-3 SCRVR0～7 ランダム値設定例

02D4h	SCRVR0	A	3
02D5h	SCRVR1	5	C
02D6h	SCRVR2	1	8
02D7h	SCRVR3	4	9
02D8h	SCRVR4	E	2
02D9h	SCRVR5	6	B
02DAh	SCRVR6	F	0
02DBh	SCRVR7	7	D

表 4-2-4 (表 4-2-3)設定による計測タイミング変化

参照順	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	0	1	2	3	4	--	--	--
計測タイミング	3	A	C	5	8	1	9	4	2	E	B	6	0	F	D	7	3	A	C	5	8	--	--	--

【補足事項】

ランダム値格納レジスタ(SCRVR0～7)で設定された値は再度設定されるまで、変更されません。従いまして、計測タイミングとしては、16通りのレジスタ設定タイミングでの繰り返し計測となります。

16のパターンニング状態によっては、特定のノイズ周波数帯域で、効果が得られない可能性があります。

パターンニングによる脆弱性の改善がみられない場合は、上記ランダム値設定レジスタの設定内容を乱数ルーチン等により決定し、計測スタート処理前に設定値の更新を行う等の処理もご検討下さい。

4.3 多数決一致計測

4.3.1 多数決一致計測動作

多数決一致計測では、図 2-1-1 SCU ステータス区間で示される「計測」部分において図 4-3-1 に示す様に、設定された回数の計測を行い、多数決による判断を行います。

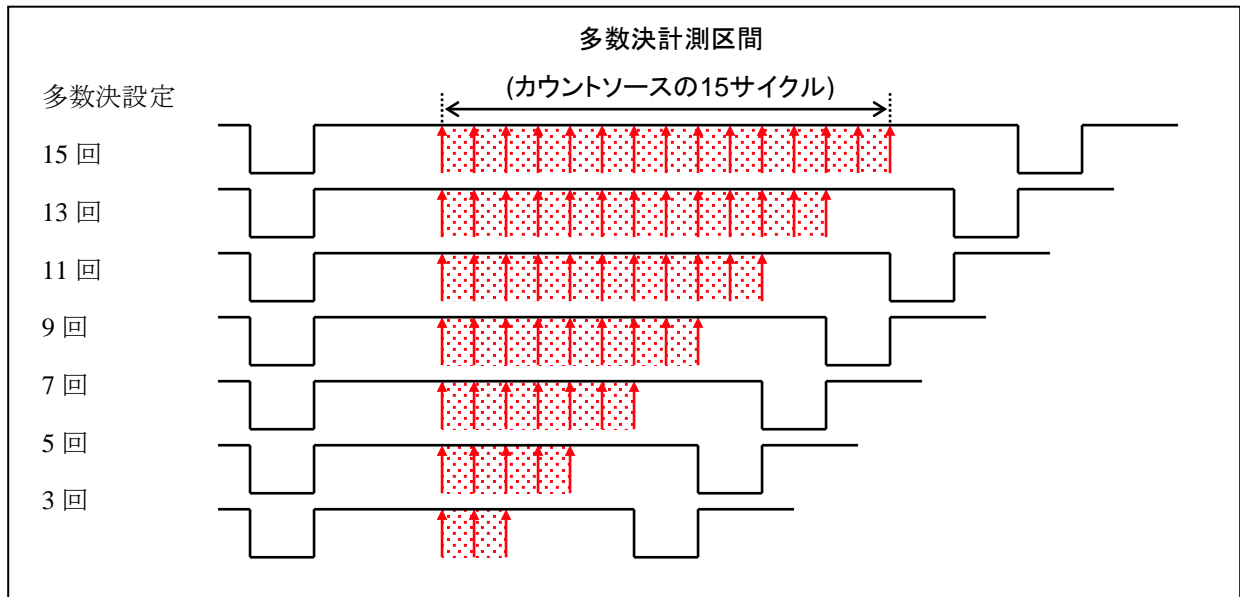


図 4-3-1 多数決一致計測動作

多数決一致計測では図 4-3-2のように 1 計測波形内での閾値判定を複数回(多数決設定回数)による多数決判定により行います。また、多数決計測間隔はカウントソースのサイクルで規定されます。

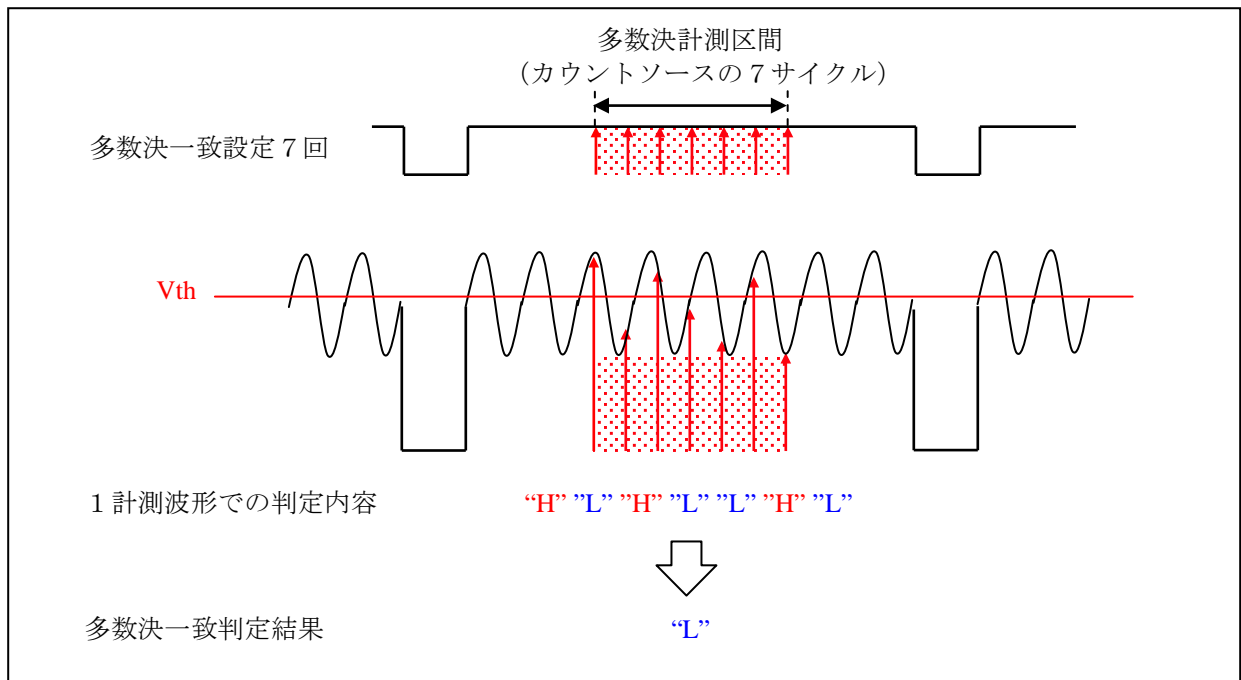


図 4-3-2 多数決一致判定動作

4.3.2 多数決一致計測関連レジスタの設定

多数決一致計測関連レジスタを、図 4-3-3及び 表 4-3-1に、計測区間固定／可変設定時動作を図 4-3-4及び図 4-3-5に記します。

アドレス 02C1h 番地								
ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	CONST	MJNUM2	MJNUM1	MJNUM0	—	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

図 4-3-3 SCU モードレジスタ(多数決一致計測設定部抜粋)

表 4-3-1 SCU モードレジスタ(多数決一致計測設定部抜粋)

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	—	—	—	R/W
b1	—	—	—	R/W
b2	MJNUM0	多数決計測 サンプリング回数 選択ビット	000 : 多数決設定無し 001 : 3 回 010 : 5 回 011 : 7 回 100 : 9 回 101 : 1 1 回 110 : 1 3 回 111 : 1 5 回	R/W
b3	MJNUM1			
b4	MJNUM2			
b5	CONST	計測区間長選択ビット	0 : 不定 1 : 固定	R/W
b6	SCCAPO	—	—	R/W
b7	SCCAP1	—	—	R/W

多数決一致計測を行う場合は、SCUMR レジスタ MJNUM0～MJNUM2 ビットに任意の値をセットして下さい。
 (MJNUM0～MJNUM2 ALL 0 で多数決一致制御無しとなります。)
 多数決一致計測区間長を多数決回数に関係なく固定にする場合は CONST ビットを”1”にしてください。
 (本設定は、ランダム計測又は多数決一致選択時のみ有効です)
 計測区間長選択ビット設定による動作の違いを図 4-3-4 及び図 4-3-5 に示します。

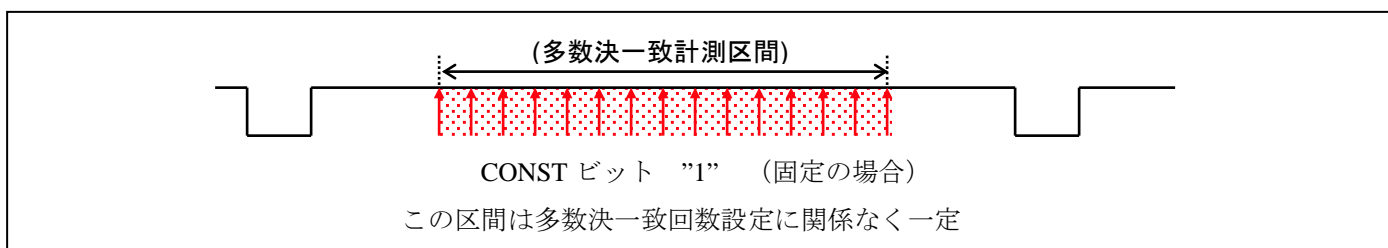


図 4-3-4 多数決一致計測 計測区間固定設定

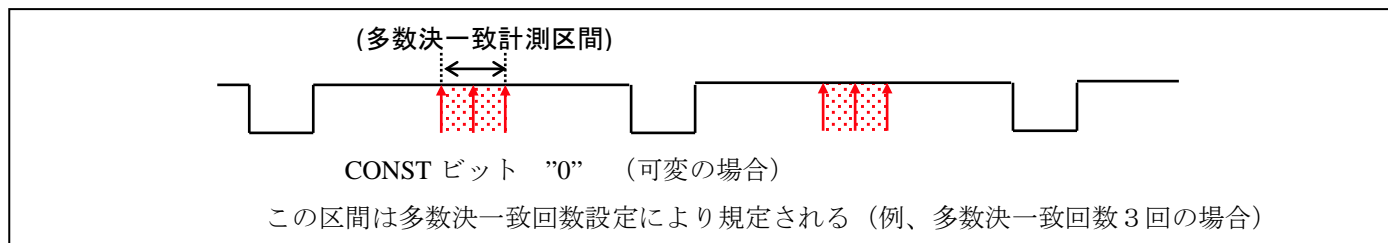


図 4-3-5 多数決一致計測 計測区間可変設定

4.4 ディレイ計測

4.4.1 ディレイ計測設定詳細

ディレイ計測では、他で設定される計測タイミング（通常設定、ランダム設定、多数決設定）に対して一律に約 5 n sec 単位でずらす事が可能です。

ディレイの変位量は 1 計測波形毎に SCRVR0~7 で設定されるデータにより設定可能です。

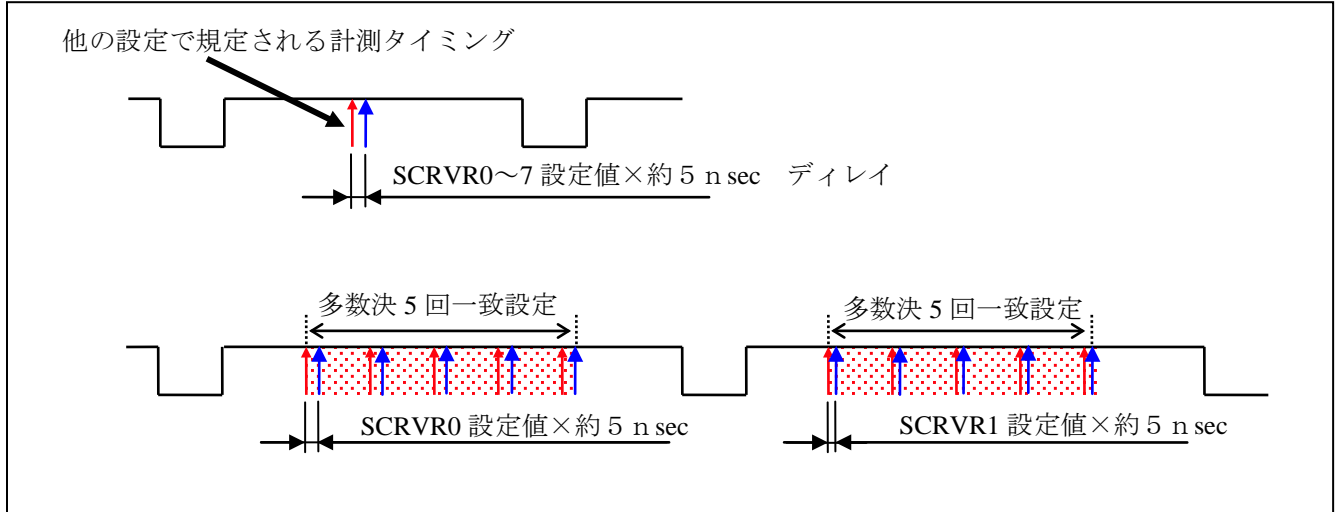


図 4-4-1 ディレイ計測詳細

<仕様>

1. ランダム値格納レジスタ SCRVR0~7 を併用(4bit×16=64bit=8byte) 但しディレイ係数設定値としては SCRVR0~7 で設定される値の 0~2bit、4~6bit のみ有効
2. 計測毎のディレイ変位量は SCRVR0~7 の値により種類と順番を決定する

ディレイ設定の場合、図 2-1-1 SCU ステータス区間5 終了後にディレイ係数値格納レジスタ(SCRVR0~7) で設定されている値の内 0~2bit、4~6bit を参照し、ディレイ変位量を決定します。(図 4-4-2参照)

変位量は 設定値×約 5 n sec となります。

参照する係数値格納レジスタは図 4-4-2の様に(0)から(15)までを 1 計測波形毎に順番に参照します。(参照が(15)まで行った場合は(0)に戻ります)

計測チャンネルの切り替えが有った場合は(0)より参照をスタートします。

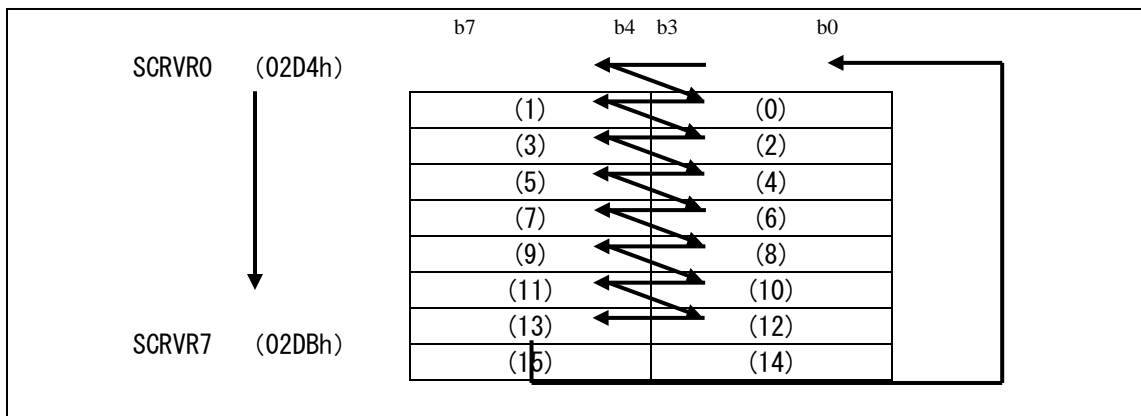


図 4-4-2 ディレイ係数値格納レジスタ詳細(ランダム値格納レジスタ併用)

4.4.2 ディレイ計測関連レジスタの設定

ディレイ計測関連レジスタを、図 4-4-3 及び 表 4-4-1に記します。

アドレス 02C0h 番地								
ビット	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
シンボル	—	—	—	—	DLYCKE	—	—	—
リセット後の値	0	0	0	0	0	0	0	0

図 4-4-3 SCU 制御レジスタ 0(ディレイ計測設定部抜粋)

表 4-4-1 SCU 制御レジスタ 0(ディレイ計測設定部抜粋)

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b0	—	—	—	R/W
b1	—	—	—	R/W
b2	—	—	—	R/W
b3	DLYCKE	ディレイクロック許可 ビット	0 : 禁止 1 : 許可	R/W
b4	—	—	—	R/W
b5	—	—	—	R/W
b6	—	—	—	R/W
b7	—	—	—	R/W

ディレイ計測を行う場合は、SCUCR0 レジスタ DLYCKE ビットを”1”にしてください。

4.4.3 ディレイ係数値格納レジスタの設定

SCRVR0~SCRVR7 アドレス 02D4h~02DB h 番地

表 4-4-2 ディレイ係数値格納レジスタ表(ランダム値レジスタ併用)

アドレス	シンボル	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0	リセット後の値
02D4h	SCRVR0	—	参照 (1)	—	参照 (0)	—	参照 (0)	—	参照 (0)	00h
02D5h	SCRVR1	—	参照 (3)	—	参照 (2)	—	参照 (2)	—	参照 (2)	00h
02D6h	SCRVR2	—	参照 (5)	—	参照 (4)	—	参照 (4)	—	参照 (4)	00h
02D7h	SCRVR3	—	参照 (7)	—	参照 (6)	—	参照 (6)	—	参照 (6)	00h
02D8h	SCRVR4	—	参照 (9)	—	参照 (8)	—	参照 (8)	—	参照 (8)	00h
02D9h	SCRVR5	—	参照 (11)	—	参照 (10)	—	参照 (10)	—	参照 (10)	00h
02DAh	SCRVR6	—	参照 (13)	—	参照 (12)	—	参照 (12)	—	参照 (12)	00h
02DBh	SCRVR7	—	参照 (15)	—	参照 (14)	—	参照 (14)	—	参照 (14)	00h

参照(0)~(15)にディレイ係数設定値を”0”~”7”の範囲で任意に設定してください。

各シンボルレジスタの bit3 及び bit7 のデータは無視されます。

(設定値は上記の範囲内であればユニークデータで無くても問題ありません)

設定及びディレイ変化例

ディレイ係数値の設定例を表 4-4-3に、対応するタイミング変化を表 4-4-4に記載します。

表 4-4-3 SCRVR0~7 ディレイ係数値設定例(ランダム設定と併用した場合)

アドレス	シンボル	レジスタ設定値		ランダム設定		ディレイ設定	
		4-7bit	0-3bit	有効値	有効値	有効値	有効値
02D4h	SCRVR0	A	3	A	3	2	3
02D5h	SCRVR1	5	C	5	C	5	4
02D6h	SCRVR2	1	8	1	8	1	0
02D7h	SCRVR3	4	9	4	9	4	1
02D8h	SCRVR4	E	2	E	2	6	2
02D9h	SCRVR5	6	B	6	B	6	3
02DAh	SCRVR6	F	0	F	0	7	0
02DBh	SCRVR7	7	D	7	D	7	5

表 4-4-4 (表 4-4-3)設定による計測タイミング変化

参照順	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	0	1	2	3	4	--	--	--
ディレイ係数	3	2	4	5	0	1	1	4	2	6	3	6	0	7	5	7	3	2	4	5	0	--	--	--

【補足事項】

ディレイ制御のディレイ係数値格納レジスタはランダム値格納レジスタ(SCRVR0~7)を併用しています。その為、ランダム動作設定を行い、かつディレイ制御を行う場合は、ランダム設定値で設定される下位 3bit がディレイ設定値となります。

注) ディレイ制御機能は SCU クロック設定 10MHz 以下で御使用下さい。

4.5 セカンダリカウンタ設定

4.5.1 セカンダリカウンタ動作及び低周波ノイズキャンセル動作詳細

セカンダリカウンタ動作による低周波ノイズキャンセルについて記述します。

(プライマリカウンタ・セカンダリカウンタによる計測終了動作につきましては R8C/33T グループ ハードウェアマニュアルを参照下さい)

図 4-5-1及び図 4-5-2 に計測波形にうねり波の影響がある場合の計測カウンタ動作を示します。

R8C/33T では計測タイミングでの閾値判定により計測カウンタ動作を行っています。また、計測動作終了(計測カウンタ終了)の判断をセカンダリカウンタの減算により行っています。通常(うねり波の影響が無い場合)では、閾値判定で”L”を検出後、セカンダリカウンタ設定値回数分計測動作を行い、計測動作終了となりますが、うねり波の影響が有る場合、セカンダリカウンタ減算が”0”になるまでの間に、閾値判定”H”を検出した場合には、セカンダリカウンタ値の加算動作を行います。

この動作により、周期的な”L”判定(うねり波による電位の落ち込み)による、計測動作の早期終了を防ぎ、周期性ノイズの影響を軽減します。

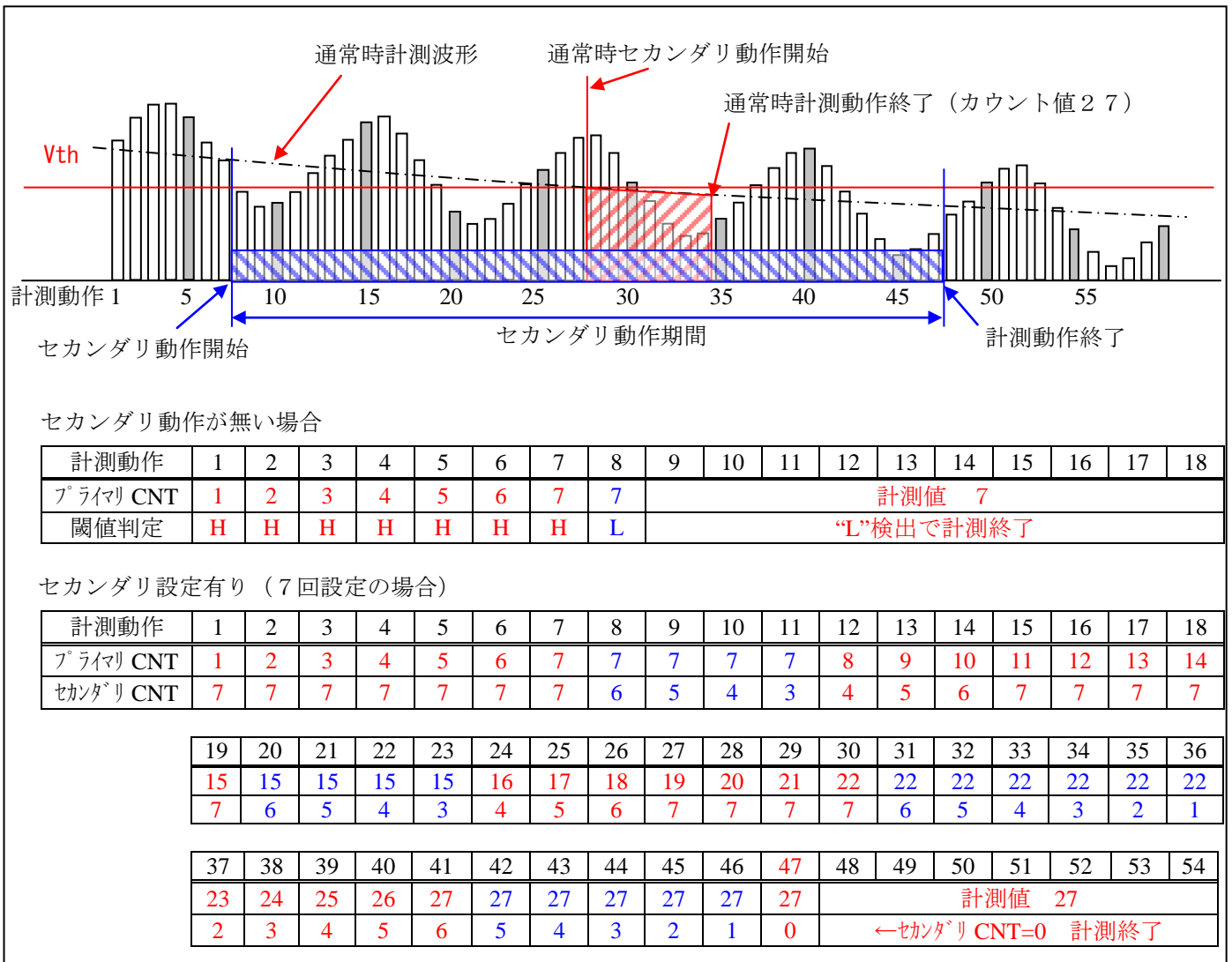


図 4-5-1 セカンダリカウンタ設定 7 回の場合の動作 1

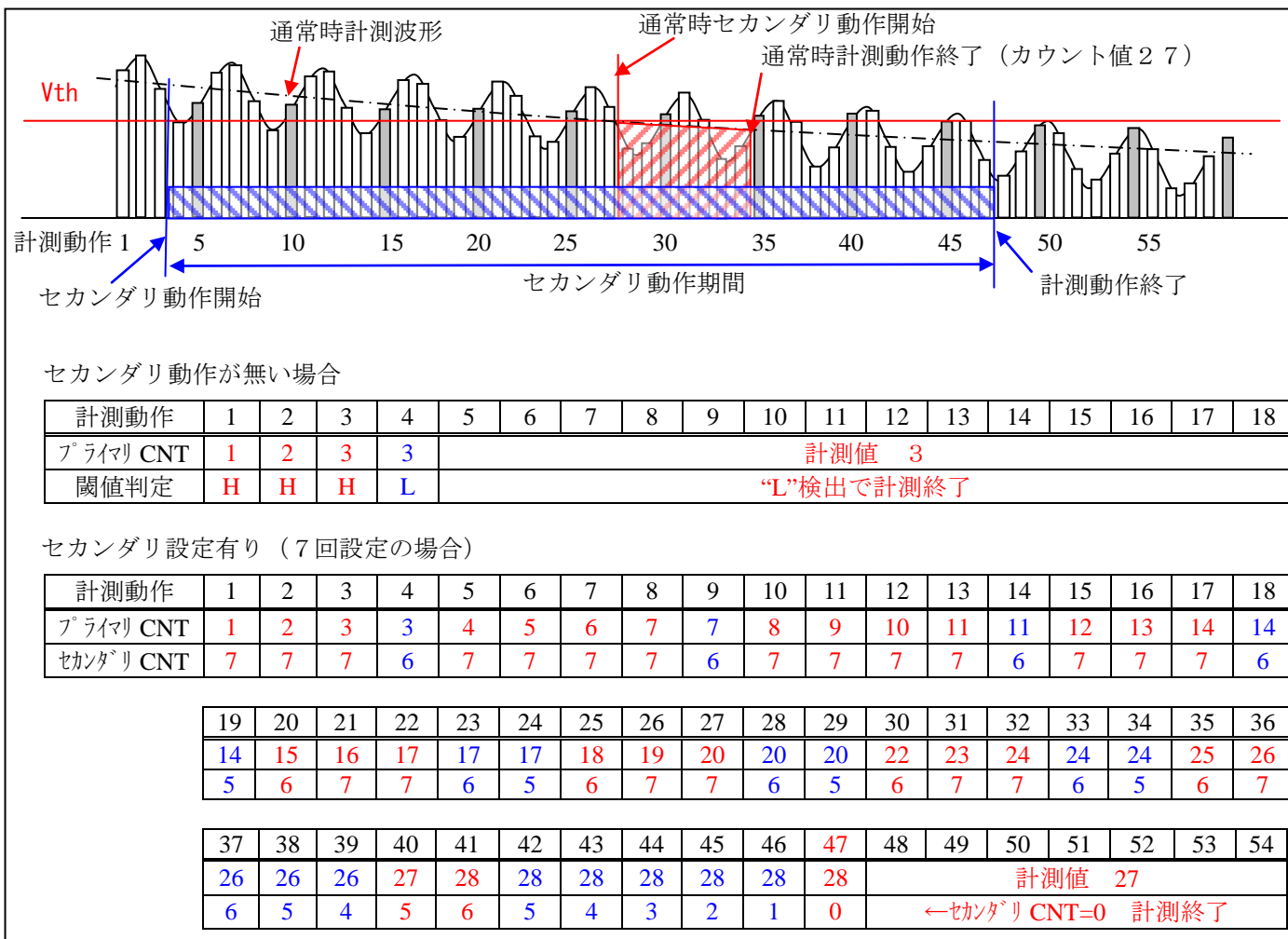


図 4-5-2 セカンダリカウンタ設定 7 回の場合の動作 2

4.5.2 セカンダリカウンタ設定とノイズキャンセル下限周波数

セカンダリカウンタによる、低周波ノイズキャンセルは「うねり波」の周期性を利用して、閾値付近での動作を例にセカンダリカウンタ設定とノイズキャンセル下限周波数の関係を示します。

図 4-5-3にセカンダリカウンタによるノイズキャンセル原理を示します。

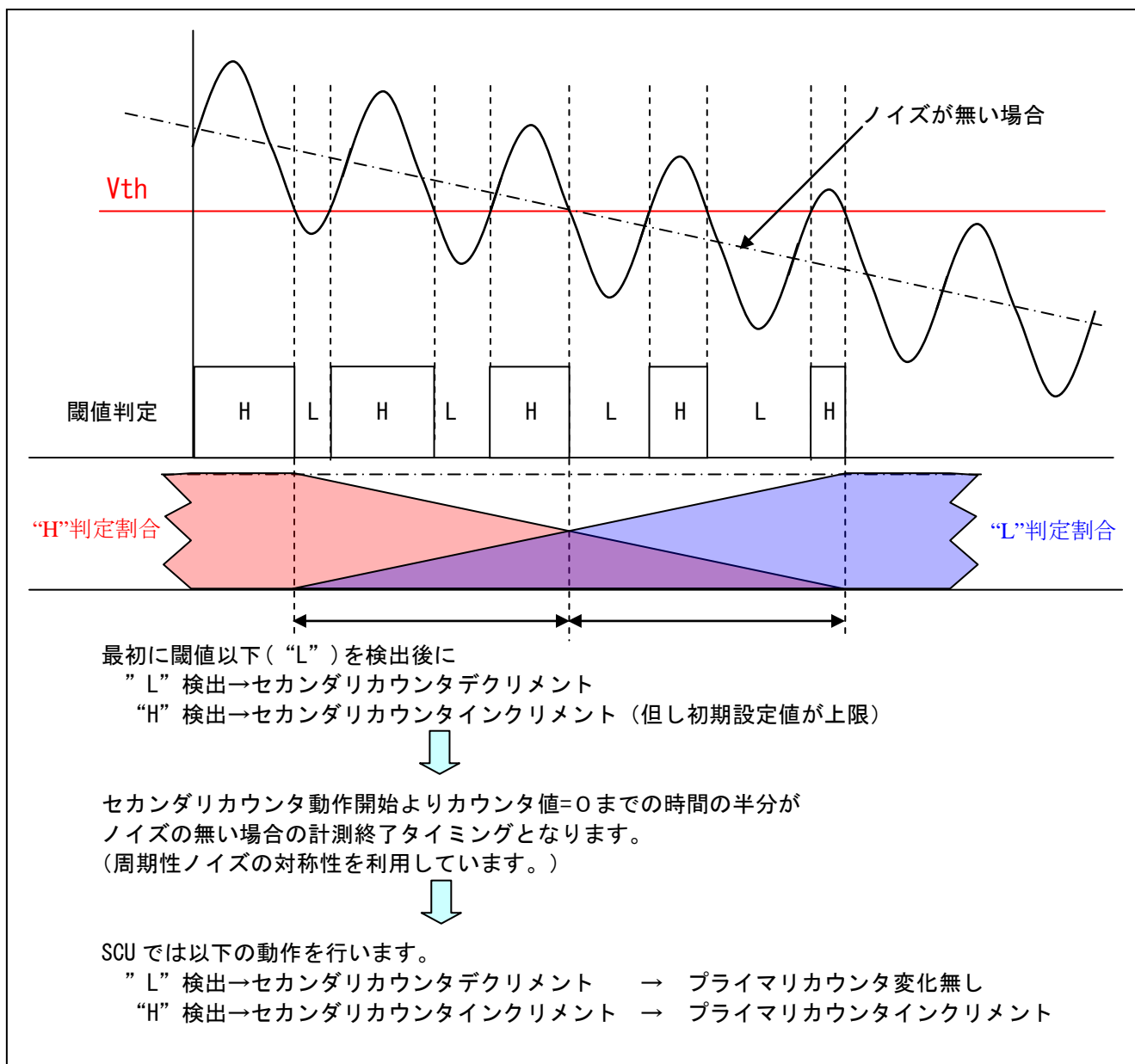


図 4-5-3 セカンダリカウンタ動作によるノイズキャンセル原理

次に、ノイズキャンセル下限周波数について記述します。

先に記述しました様にセカンダリカウンタによる低周波ノイズキャンセリングは、ノイズ周期の対称性を利用しており、計測終了のタイミングはセカンダリカウンタ初期設定値に依存する事になります。セカンダリカウンタとノイズ周期との関係を図 4-5-4 に示します。

図で示される様に、セカンダリカウンタによるノイズキャンセルを効果的に行う為には、

カウンタ動作時間(計測波形長) × セカンダリカウンタ初期設定値がノイズ周期の 1/2 以上必要となります。

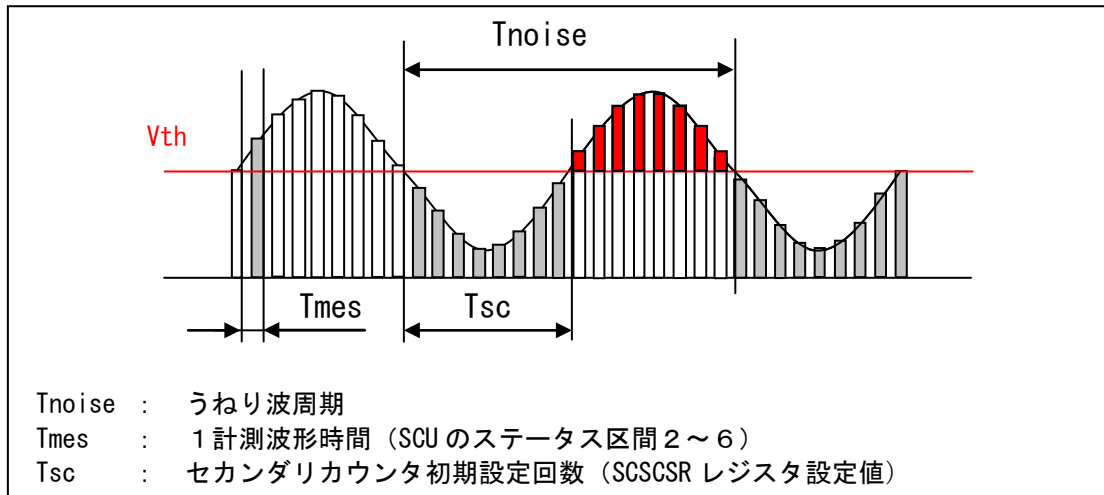


図 4-5-4 セカンダリカウンタとノイズ周期

セカンダリカウンタ設定による計測値の変化例(効果の違い)を図 4-5-5 及び図 4-5-1 に示します。

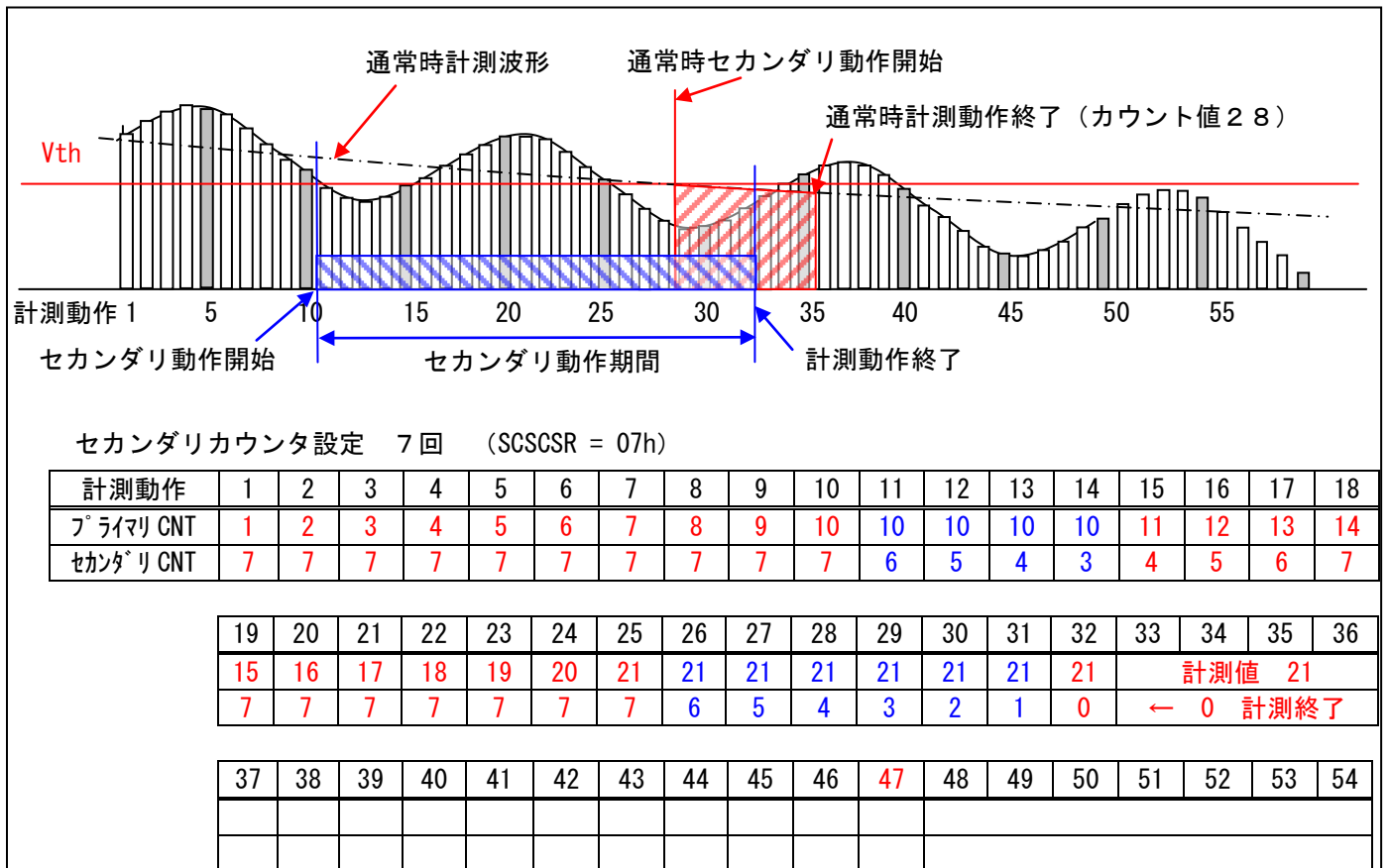


図 4-5-5 セカンダリカウンタ 7 回設定での計測終了タイミング

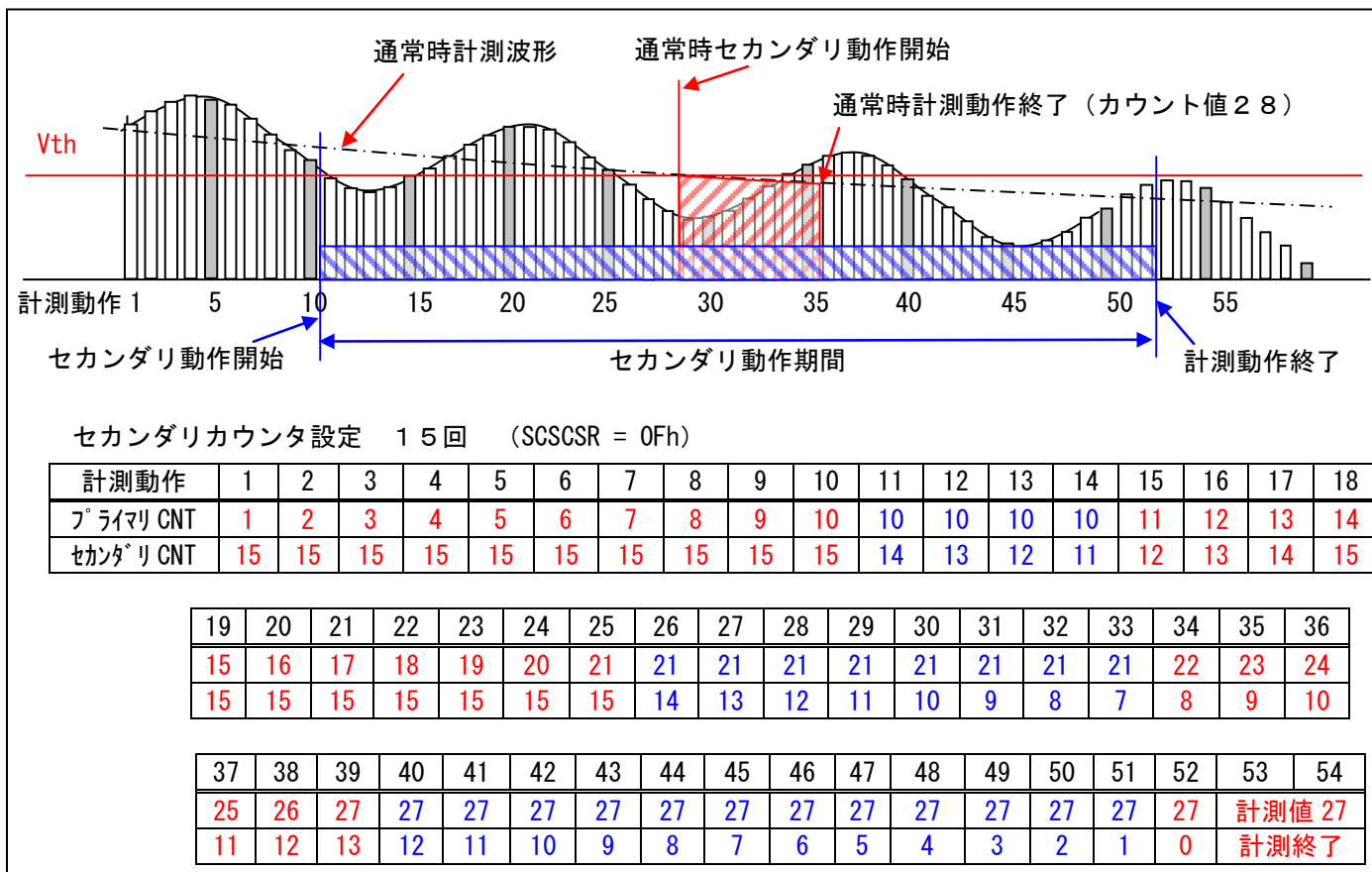


図 4-5-6 セカンダリカウンタ 15回設定での計測終了タイミング

セカンダリカウンタ 15回設定 (図 4-5-6) では、うねり波が無い場合のカウント値とほぼ同数であるのに対して 7回設定 (図 4-5-5) では、うねり波に対して、セカンダリカウンタの設定が不足しており、ノイズキャンセリングが十分に機能していない事を示します。

これは図 4-5-4 において、 $T_{mes} : 1$ 計測波形時間 \times $T_{sc} : 15$ セカンダリカウンタ初期設定回数で設定される、時間が、 $T_{noise} : 1$ うねり波周期の 1/2 以下であることを意味しています。

この様に、 T_{mes} 設定と T_{sc} 設定の設定は、低周波ノイズキャンセルの下限値を設定している事になります。

4.5.3 計測周期とノイズ周期による「うねり波」について

「うねり波」および「うねり波周波数」（以下「エイリアス」及び「エイリアス周波数」と記述します）について。

計測とノイズにより発生するエイリアス波とエイリアス周波数は下記 式 4-5-1により算出する事が出来ます。

$$F_e = | F_n - (F_m \times n) |$$

F_e : エイリアス周波数
 F_n : ノイズ周波数
 F_m : 計測周波数
 n : 次数 (Harmonics)

式 4-5-1 エイリアス周波数算出式

また、「0セカンダリカウンタ設定とノイズキャンセル下限周波数」で示した様にR8C/33Tグループでは、計測波形長の調整とSCUセカンダリカウンタ設定レジスタ(SCSCSR)の調整により「低周波ノイズキャンセル下限周波数」を設定する事が可能です。

式 4-5-2 に低周波ノイズキャンセル下限周波数算出式を記載します。

$$F_{cut} = F_m \times S_c \times 1/2$$

F_{cut} : 低周波ノイズキャンセル下限周波数
 F_m : 計測周波数 1 / (ステータス区間 2 ~ 6 設定時間)
 S_c : セカンダリカウンタ設定値

注) $F_m \times S_c$: キャンセル下限半周期

式 4-5-2 低周波ノイズキャンセル下限周波数算出式

エイリアス周波数及び低周波ノイズキャンセル下限周波数を元におおよその周波数特性を求める事が可能です。

任意のノイズ帯域に対しての低周波ノイズキャンセル効果の指標として、エイリアス/キャンセル比の指標を用いて、判断材料とする事が出来ます。

$$FNratio = F_e / F_{cut}$$

$FNratio$: エイリアス/キャンセル比
 F_e : エイリアス周波数
 F_{cut} : 低周波ノイズキャンセル下限周波数

式 4-5-3 エイリアス/キャンセル比 算出式

4.5.4 エイリアス波による周波数特性算出例

先のエイリアス関連式による概略周波数特性の算出及び対策例を示します。

- ① 計測波形長及びセカンダリ設定より F_m (計測周波数)、 F_{cut} (キャンセル下限周波数) を求めます。

計測波形長 μ SEC	計測周波数 F_m (KHz)	セカンダリ設定 回	キャンセル下限周波数 F_{cut} (KHz)
1.8	555.556	7	39.683

- ② F_n (ノイズ周波数)、 F_m (計測周波数)、 n (次数) F_{cut} (キャンセル下限周波数) を元にノイズ周波数に対するエイリアス周波数、エイリアス/キャンセル比の関係表を作成します。

表 4-5-1 低周波ノイズ特性関係表 1

F_n (KHz)		—	549	558	576	—	—	1098	1107	1116	—	
n	1	Fe	—	6.56	2.44	11.44	—	—	542.44	551.44	560.44	
		FNratio	—	0.17	0.06	0.29	—	—	13.67	13.90	14.12	
	2	Fe	—	562.11	553.11	544.11	—	—	13.11	4.11	4.89	
		FNratio	—	14.17	13.94	13.71	—	—	0.33	0.10	0.12	
	3	Fe	—	1117.67	1108.67	1099.67	—	—	568.67	559.67	550.67	
		FNratio	—	28.17	27.94	27.71	—	—	14.33	14.10	13.88	
	4	Fe	—	1673.22	1664.22	1655.22	—	—	1124.22	1115.22	1106.22	
		FNratio	—	42.17	41.94	41.71	—	—	28.33	28.10	27.88	
	5	Fe	—	2228.78	2219.78	2210.78	—	—	1679.78	1670.78	1661.78	
		FNratio	—	56.17	55.94	55.71	—	—	42.33	42.10	41.88	
	6	Fe	—	2784.33	2775.33	2766.33	—	—	2235.33	2226.33	2217.33	
		FNratio	—	70.17	69.94	69.71	—	—	56.33	56.10	55.88	
	7	Fe	—	3339.89	3330.89	3321.89	—	—	2790.89	2781.89	2772.89	
		FNratio	—	84.17	83.94	83.71	—	—	70.33	70.10	69.88	

表より、 F_n が 558KHz 付近及び 1107KHz 付近で 「エイリアス/キャンセル比 < 1」となる事が確認できます。

これは、上記の計測波形長及びセカンダリ設定動作の場合、558KHz、1107KHz 付近のノイズ混入においてエイリアス波の影響により、計測値が不安定になる可能性がある事を示します。

図 4-5-7 に①設定での R8C/3JT 評価基板特性を示します。

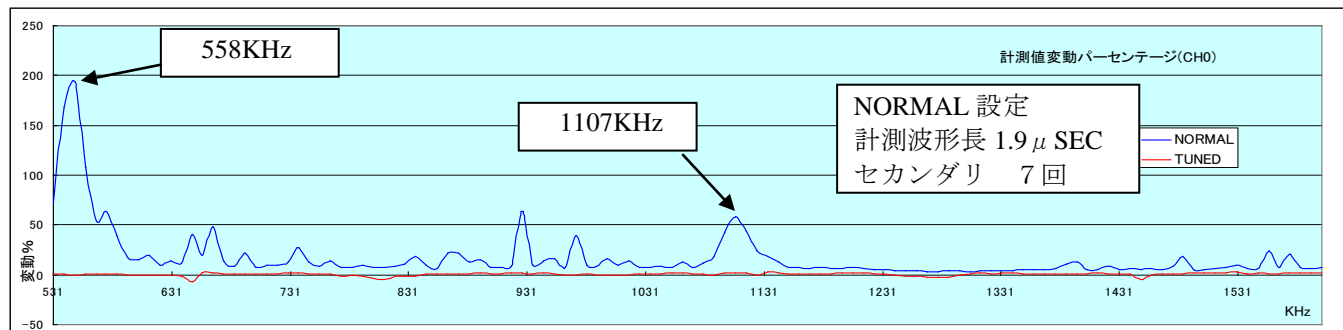


図 4-5-7 表 4-5-1に対応する周波数特性図

- ③ 計測波形長及びセカンダリ設定を変更した場合の周波数特性を同様に算出します。
 F_m (計測周波数)、F_{cut} (キャンセル下限周波数) を求めます。

計測波形長	計測周波数	セカンダリ設定	キャンセル下限周波数
μ SEC	F _m (KHz)	回	F _{cut} (KHz)
6.2	161.29	31	2.601

- ④ F_n (ノイズ周波数)、F_m (計測周波数)、n (次数) F_{cut} (キャンセル下限周波数) を元にノイズ周波数に対するエイリアス周波数、エイリアス/キャンセル比の関係表を作成します。

表 4-5-2 低周波ノイズ特性関係表 2

F _n (KHz)		—	549	558	576	—	—	1098	1107	1116	—	
n	1	Fe	—	387.71	396.71	405.71	—	—	936.71	945.71	954.71	
		FNratio	—	149.04	152.50	155.95	—	—	360.07	363.53	366.99	
	2	Fe	—	226.42	235.42	244.42	—	—	775.42	784.42	793.42	
		FNratio	—	87.04	90.50	93.95	—	—	298.07	301.53	304.99	
	3	Fe	—	65.13	74.13	83.13	—	—	614.13	623.13	632.13	
		FNratio	—	25.04	28.50	31.95	—	—	236.07	239.53	242.99	
	4	Fe	—	96.16	87.16	78.16	—	—	452.84	461.84	470.84	
		FNratio	—	36.96	33.50	30.05	—	—	174.07	177.53	180.99	
	5	Fe	—	257.45	248.45	239.45	—	—	291.55	300.55	309.55	
		FNratio	—	98.96	95.50	92.05	—	—	112.07	115.53	118.99	
	6	Fe	—	418.74	409.74	400.74	—	—	130.26	139.26	148.26	
		FNratio	—	160.96	157.50	154.05	—	—	50.07	53.53	56.99	
	7	Fe	—	580.03	571.03	562.03	—	—	31.03	22.03	13.03	
		FNratio	—	222.96	219.50	216.05	—	—	11.93	8.47	5.01	

表より、先の設定でF_nが 558KHz 付近及び 1107KHz 付近で 「エイリアス/キャンセル比 < 1」 となっていた部分が改善されている事が確認できます。

図 4-5-8に③設定での R8C/3JT 評価基板特性を示します。

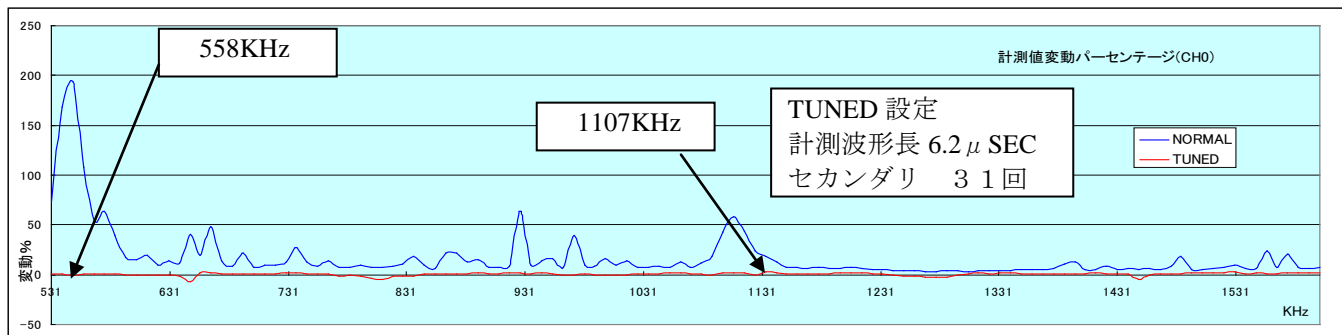


図 4-5-8 表 4-5-2に対応する周波数特性図

5. 各計測動作組合せ仕様

5.1 各計測動作の組合せについて記載します。

表 5-1-1 各計測動作組合せ表

	他の計測動作との同時使用				備考
	Pre 計測	ディレイ計測	ランダム計測	多数決一致計測	
Pre 計測		○	○	○	—
ディレイ計測	○		○	○	ランダムと係数共用
ランダム計測	○	○		○注 1	ディレイと係数共用
多数決一致計測	○	○	○注 1		波形長注意

注 1 ランダム計測と多数決一致計測を同時に使用する場合、ランダム計測ポイントよりの多数決計測動作となる為、波形長が伸びる事にご注意願います。図 5-1-1 参照

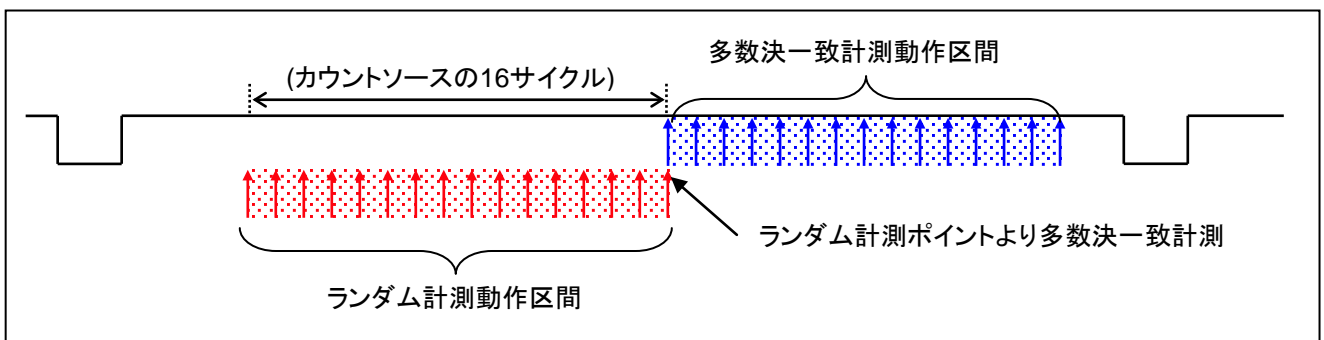


図 5-1-1 ランダム計測、多数決一致計測併用時の計測動作

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	2013.03.04	—	新規採番により初版発行(旧番号 RJJ05B1592-0101)

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/>