

Q I A J	技 術 基 準	Q I A J - B - 0 1 1
	水晶発振器とSAW発振器の 位相ジッタ測定法ガイド	2006 05 , E1
		技 術 委 員 会

Guide of Phase Jitter Measurement Method
for Quartz Crystal Oscillators and SAW Oscillators

2006年05月29日 制定

日本水晶デバイス工業会

目次

序文	3
1. 適用範囲	3
2. 引用規格	3
3. 優先順位	3
4. 用語	3
5. 一般的事項	3
6. 測定法	3
6.1 周波数範囲と測定法	3
6.2 位相雑音測定値から求める方法(推奨)	3
6.3 専用測定器を用いる方法	4
6.4 測定のブロック図	4
6.5 測定系の入出力インピーダンス	5
6.6 測定器	5
6.7 測定用具	5
6.8 ケーブル、治具など	6
7. 測定及び測定環境	6
7.1 測定前の準備	6
7.2 測定時の配慮・注意事項	6
7.3 測定後の処理等	6
8. 測定	6
8.1 基準温度	6
8.2 温度特性の測定	6
8.3 振動下における測定	6
8.4 衝撃時の測定	6
8.5 加速エージング中での測定	6
9. その他の注意事項	7
10. 基準	7
附属書 A(規格) 位相ジッタ量算出法	
序文	8
A.1 説明	8
A.2 位相雑音と位相ジッタの関係式	8

解説

1.	制定の経緯と注意事項	10
2.	位相ジッタの理論的な位置づけ	10
3.	用語の定義	11
3.1	アールエムエスジッタ (RMS Jitter).....	12
3.2	ピークツーピークジッタ (Peak to Peak Jitter)	12
3.3	ランダムジッタ (Random Jitter)	12
3.4	データミニスティックジッタ (Deterministic Jitter)	12
3.5	周期的ジッタ (Period Jitter または Periodic Jitter).....	13
3.6	データ依存性ジッタ	13
3.7	トータルジッタ (Total Jitter)	13
4.	測定の留意事項	14
4.1	測定器	14
4.2	測定誤差要因	15
	参考文献	15
	典拠	16
	回送実験参加者名	16
	審議参加者	16
図 1	代表的な測定システムのブロック図	4
図 2	SSB 位相雑音の概念図	9
図 3	Voltage vs. Time	11
図 4	アールエムエスジッタに適用するジッタ量の説明図	13
図 5	ランダムジッタ、データミニスティックジッタ、トータルジッタの説明図	14

水晶発振器とSAW発振器の位相ジッタ測定法ガイド

Guide of Phase Jitter Measurement Method for Quartz Crystal Oscillators and SAW Oscillators

序文 この基準は、電子機器に使用される水晶発振器とSAW発振器の位相ジッタ測定に適用する。

1. 適用範囲

この基準は水晶発振器とSAW発振器、及びこれらを基礎にした逡倍または分周機能を持つモジュールに適用する。これらの発振器に適用される位相ジッタの種類は、「データ無依存性」のアーラムエスジッタとする。以下、これらの発振器とモジュールは、単に発振器と称する。

備考 この基準の対応国際基準はない。

2. 引用規格

次に掲げる規格は、この基準に引用されることによって、この基準の規定の一部を構成する。これらの引用規格は、その最新版(追補を含む)を適用する。

IEC 60679-1 Ed.2 Amd. 2: Quartz crystal controlled oscillators of assessed quality - Part 1:
Generic specification

3. 優先順位

仕様書は、何らかの理由により矛盾が生じた場合、次に示す優先順位により確定する。

個別規格

品種別通則

品目別通則

引用したその他の国際規格基準類(例えばIEC)

同じ優先順位を同等の国内規格にも適用する。

4. 用語

位相ジッタに適用される用語の定義は、解説に示した。

5. 一般的事項

単位、図記号、文字記号は、IEC 60679-1 Ed.2 Amd.2 による。

6. 測定法

発振器に適用する測定法は、以下による。

6.1 周波数範囲と測定法

10MHz ~ 700MHz: 位相雑音測定器(システム)または位相ジッタ専用測定器を使用する。

6.2 位相雑音測定値から求める方法(推奨)

位相雑音測定を利用して位相ジッタ量を測定する方法は以下による。

a) 測定装置・システム

位相雑音測定器または位相雑音測定システム

b) 測定項目: アールエムエスジッタ

c) 離調周波数の範囲

顧客と納入者側で打ち合わせを行い、契約により決定する。位相雑音からアールエムエスジッタを算出する計算式は、附属書Aに示す「位相ジッタ量算出法」による。

d) 位相雑音測定法

直交位相検波法(直交比較法、PLL法ともいう)または測定システム内の雑音を打ち消す電子回路(例えば、Cross Correlation法を採用した回路)が内蔵された測定器を用いる。

6.3 専用測定器を用いる方法

専用測定器を用いる方法の仕様は以下による。

a) 測定装置・システム

Time Interval Analyzerを用いたSONET/SDH専用測定器

b) 測定項目

アールエムエスジッタ及び周期ジッタ

c) 測定回数

顧客と納入者側で打ち合わせを行い、契約により決定する。目標測定回数は2万回以上とする。

備考 この装置は、以下の理由により、発振器の要求には適合しない場合があるので、注意を要する。

1. 測定器の測定可能範囲が被測定発振器の周波数に適合しない場合がある。
2. 発振器の出力電圧がこの装置よりも小さい。このため、アンプが必要になり、アンプの位相ジッタを評価する必要が生じる。
3. 300MHzを超える周波数帯では高調波成分が少なくなるため、CMOS、LVDS、LVPECLなどの矩形波の実現が難しい。このため、信号波形は正弦波や半波正弦波などのSONET/SDH専用測定器では解析が難しい波形となり、測定精度の低下が危惧される。

6.4 測定のブロック図

代表的なブロック図は図1に示した。実用的なブロック図は、図1の変形として活用される。

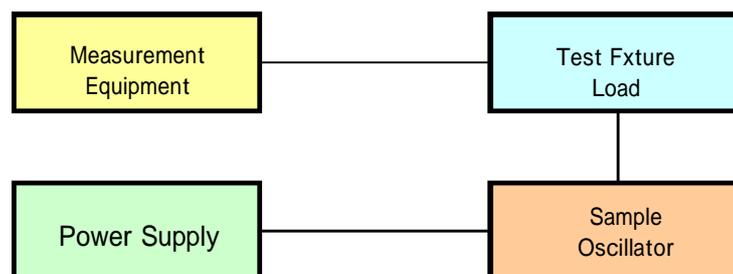


図1 代表的な測定システムのブロック図

6.5 測定系の入出力インピーダンス

発振器の負荷インピーダンスは、5ohm ~ 100Mohm の広い範囲にわたる。適用される部品は以下に示す 3 種類である。しかし、顧客から数々の要求があるため、この負荷インピーダンス値は千差万別である。

- a) コンデンサのみ
- b) 抵抗素子のみ
- c) コンデンサと抵抗素子の併用

ここでは、測定系が50ohmに統一されているため、測定系の入出力インピーダンスは50ohmとする。このため、発振器の負荷インピーダンスも50ohmとする。

発振器の負荷インピーダンスにより発振出力電圧は変わる。このため、負荷回路の熱雑音も変化する。

この結果、位相ジッタ量が変化するので、50ohm 以外の負荷インピーダンスを採用する場合、納入者と顧客とは詳細な検討・審議を行い、契約により決定することを推奨する。

6.6 測定器

以下は、測定器に必要な仕様であるが、この仕様に固執する必要はない。発振器に要求される条件を十分に満たす測定器を採用することが重要である。

- a) ジッタフロア
ランダムジッタとして0.05ps以下、または発振器に要求される位相ジッタよりも一桁小さなジッタフロアを有すること。
- b) 周波数範囲
10MHz ~ 700MHz 測定器は周波数帯ごとに複数となっても良い。
- c) 出力波形
CMOS、LVDS、LVPECL、Clipped-Sine、Sine、etc
備考 CMOS、LVDS、そして LVPECL は、デバイスの種類で波形そのものではないが、波形を示す用語にもなっているため、ここでは出力波形の種類として記載した。
- d) 出力電圧: 500mV 以上

6.7 測定用具

測定用具に要求される仕様を以下に示す。

- a) 被測定発振器と測定用具との接続
ソケット、コネクタ、ピス、クリップなどの適用は可とする。なお、被測定発振器と測定用具は、機械的、及び電氣的に確実に接続できること。
- b) 被測定発振器と測定用具との共通化
アースできること。
- c) 負荷インピーダンスを内蔵していなくても良いが、負荷インピーダンスからの熱雑音などから被測定発振器の位相ジッタへの影響を低減させるため、測定用具内に負荷インピーダンスを内蔵している測定用具を推奨する。

6.8 ケーブル、治具など

ケーブルは 50ohm 系の二重シールドタイプを使用する。長さは可能な限り短いこと。コネクタは 50ohm 系を使用する。SMA や N 型コネクタを推奨する

7. 測定及び測定環境

7.1 測定前の準備

以下の事項を留意すること。

- a) 測定システム全体と被測定発振器は、測定室に2時間以上前に設置する。
- b) 測定器は、2時間以上動作させておく。
- c) 測定器内のクロック信号の周波数安定度は、被測定発振器よりも小さい、または同等であることを確認する。
- d) 被測定発振器と測定器類の電源電圧は、要求される AC 電圧と DC 電圧に設定されていることを確認する。
- e) 周囲から電子雑音が発生しないように、周囲の電子機器の動作に制限を持たせる。

7.2 測定時の配慮・注意事項

測定システムは振動させないこと。移動させないこと。ケーブルの位置をずらしてはならない。

7.3 測定後の処理等

測定システムは、分解しないことが望ましい。測定器の定期点検・校正は確実になされていること。

8. 測定

8.1 基準温度

基準温度は+25 ±5 とする。

8.2 温度特性の測定

被測定発振器のみ、適切に選定された精密可変温度槽内で静止させて測定する。

振動させてはならない。

8.3 振動下における測定

被測定発振器のみ、適切に選定された加振機に固定し、振動させる。測定器は振動させてはならない。

8.4 衝撃時の測定

被測定発振器のみ、適切に選定された衝撃機に固定し、衝撃を加える。また、測定器には衝撃波や衝撃に伴う振動を与えてはならない。

なお、この試験は衝撃時間が測定時間よりも短いため、現実的ではない。もし、この試験を行なう場合は、納入者と顧客とが詳細な検討・審議を行い、契約により決定することを推奨する。

8.5 加速エージング中での測定

被測定発振器のみ適切に選定された温度槽内で、仕様に基づく温度と時間に設定した後、静止させて測定する。

9. その他の注意事項

測定システムに適用されている、またはその周囲に適用される装置類の位相ジッタにも注意をして、電源ラインから電子雑音が測定システムに関与する可能性を排除し、納入者と顧客が理解できる測定結果が得られるように配慮する。

10. 基準

水晶発振器とSAW発振器、及びこれらを基礎にした逡倍または分周機能を持つモジュールの位相ジッタ量は、納入者と顧客と詳細な検討・審議を行い、契約により決定する。

附属書 A(規格) 位相ジッタ量算出法

序文

この規格は、位相雑音測定結果から位相ジッタ量を算出する方法を示す。

A1.説明

位相雑音測定結果から位相ジッタ量を算出するとオールエムエスジッタが求まる。これを以下に示す。スペクトラム・アナライザや位相雑音測定システムを用いれば、位相ジッタがどのような周波数成分を持っているかを解析でき、位相ジッタの原因解析に利用する事が可能である。位相雑音測定システムによる位相ジッタの測定は、他のジッタ測定法では測定できない超低位相ジッタ量を測定できるため、水晶発振器のような高安定なデバイス評価に適している。水晶発振器の信号に対して顧客からは、正弦波、矩形波などの多種の信号波形要求がある。この中で、正弦波信号は、位相雑音測定システムの適用は理論的であり、適切である。しかし、矩形波信号は、誤差増加要因となるが、超低位相ジッタ量測定を堅実に行うことが可能な方法が現在のところ見つかっていないため、矩形波信号であっても適用せざるを得ないのが現実である。

一般的に水晶発振器のSSB位相雑音の測定結果を見ると、横軸のOffset Frequency は10 [Hz] ~ 1 [MHz]、1 [Hz] ~ 1 [MHz]、1 [Hz] ~ 10 [MHz]などの記載が多い。特に、フロアレベルとなるOffset Frequencyが10 [kHz]以上では、1 [MHz]または10 [MHz]である。これは、測定器内にフィルタを持っているためである。

一方、位相ジッタは、このようなフィルタを必要としないため、Offset Frequencyとは無関係に測定値を得ることができる。従って、位相雑音の測定値と位相ジッタの測定値は、完全に一致することはないといえる。しかし、水晶発振器のような超低位相ジッタ量を持つ発振器の場合、位相雑音の測定値と位相ジッタとの関連付けは必要であるため、便宜的に活用している。

A2. 位相雑音と位相ジッタの関係式

Phase detector で位相変調を復調(位相ゆらぎを電圧ゆらぎに変換)すると、(1)式で位相と電圧の関係が表せる。ここで、 K は定数である。

$$\Delta V_{out} = K_{\phi} \cdot \Delta\phi \quad (1)$$

ここで、 K_{ϕ} の単位は、[V/rad]である。

変換された位相ゆらぎをスペクトラム・アナライザで測定すると、(2)式で表せる。

$$\Delta V_{rms}(f) = K_{\phi} \cdot \Delta\phi_{rms}(f) \quad [V] \quad (2)$$

ここで、 $S_{v_{rms}}(f)$ を測定された電圧ゆらぎ (Phase detectorの出力のゆらぎ) のスペクトラル密度関数とすれば、位相ゆらぎのスペクトラル密度関数は、

$$\begin{aligned}
 S_{\phi}(f) &= \frac{(\Delta\phi_{rms}(f))^2}{B} \\
 &= \frac{(\Delta V_{rms}(f))^2}{K\phi^2 \cdot B} \\
 &= \frac{S_{v_{rms}}(f)}{K\phi^2} \quad \left[\frac{\text{rad}^2}{\text{Hz}} \right]
 \end{aligned} \tag{3}$$

で表せる。この結果を下に、SSB 位相雑音に変換すると、

$$L(f) = \frac{S_{\phi}(f)}{2} \tag{4}$$

ここで、 $S_{\phi}(f)$: 1 radian に対する dB 値であり、位相ゆらぎのパワースペクトル密度関数である。また、 $L(f)$: Single Sideband (SSB) 位相雑音である。

指定された帯域内のトータルの位相偏差 (phase deviation)、すなわち位相ジッタは(5)式と(6)式で表せる。

$$\Phi = \sqrt{\int_A^B S_{\phi}(f) \cdot df} \quad [\text{rad}] \tag{5}$$

$$\Phi = \sqrt{\int_A^B 2 \cdot L(f) \cdot df} \quad [\text{rad}] \tag{6}$$

故に、図 2 に示される斜線の部分 (SSB 位相雑音の面積) は位相ジッタといえる。これはアールエムエスジッタに相当する。ここで、Offset Frequency の範囲が異なると位相ジッタの計算値が異なってくる。これがこの方法の欠点であるので、SSB 位相雑音から位相ジッタを計算する場合は、注意を要する。

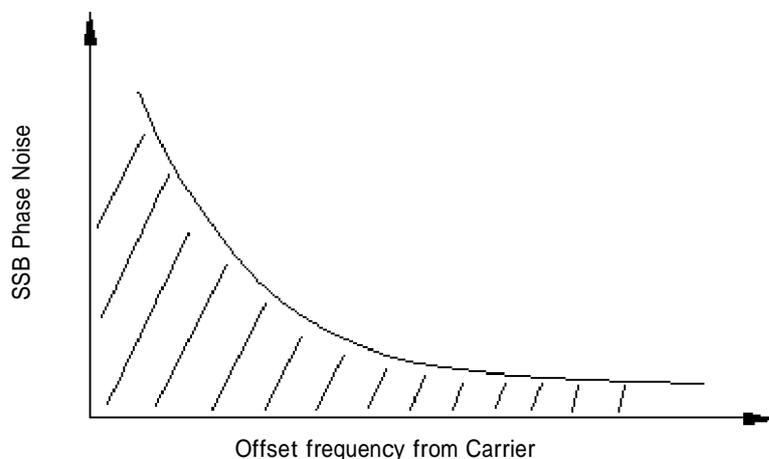


図 2 SSB 位相雑音の概念図

解 説

1. 制定の経緯と注意事項

位相ジッタの測定法の検討は、2001年にベルリンで開催されたIEC TC49の国際会議の合意による。この会議では日本が検討することに決定した。そして、QIAJ 技術委員会にてこの検討を行ってきた。実質の検討は、2002年～2005年である。これは第一ステージと称しても過言ではない。現在は、引き続いて、第二ステージとして位置づけ、検討を継続している。

位相ジッタは、電子装置のデジタル化により必要不可欠な測定項目のひとつになってきている。しかし、論理的にこれは曖昧さが残っている。しかし、基準となるべき測定法が提案されていないため、納入者および顧客相互に多大な経済的損失をもたらす危険がある。

本書は、この危険を回避するため、第一ステージの検討結果を基礎に QIAJ 会員各社が位相ジッタの測定に不安を与えないように、また、間違いないように指導する目的で制定した基準である。

本書の中の一部には、未解明な課題はある。しかし、この部分は第二ステージで解決することになっているため、もし、疑義が生じた場合は、納入者および顧客相互に相談し、解決を図るようお願いしたい。

次に、本書ではオールエムエスジッタを測定対象にすることを推奨している。これは被測定対象が超低ジッタ量となる発振器を対称にしているためである。

発振器はアナログ系の電子装置である。この信号は電子システムよりも良好な正弦波出力が得られる。また、測定器の基準クロックとして利用される。このため、測定器が持つ位相ジッタ量よりも小さい位相ジッタ量を示す場合が多々ある。このため、測定した位相ジッタ量が発振器のものではなく、測定器または測定システム側の位相ジッタ量を示す場合がある。このため、もし他の位相ジッタ量を測定項目として採用する場合は、十分に検証・確認が可能な測定器と測定システムを選定し、納入者と顧客の契約により定めることを推奨する。また、位相雑音法を用いた場合には、位相雑音の積分開始から終了までのジッタ周波数帯域を明確にした上でランダムジッタ値について議論することが必要である。

もし、測定値に疑義が生じた場合は、理論的に説明ができる「Allan 分散」の適用を検討されたい[1]。

2. 位相ジッタの理論的な位置づけ

周波数安定度は、1966年におけるIEEEの「周波数安定度特集」により、一応の集大成をみた[2]。そして、この定義は、原子発振器、水晶発振器、そして通信、情報、AVなどの電子システムに適用されている。

一部を除き、従来水晶発振器や電子システムはアナログシステムであり、信号波形は正弦波である。このため、周波数安定度の一分野である短期周波数安定度は、位相雑音やAllan分散として測定が行われている。最近では、電子システムのデジタル化が進展している。この中で、短期周波数安定度は位相ジッタとして測定が行われるようになった。

一方、発振器はアナログ系の電子装置である。電子システムに組み込む容易さを目的に発振器には、ユーザから矩形波またはこれに類似する波形を持つ信号が要求されている。当然、短期周波

数安定度は位相ジッタとして測定がユーザから要求される場合が多々ある。

3. 用語の定義

この規格は、位相ジッタに適用されている用語の定義と説明を行なっている。

発振器の「位相ジッタ」とは、信号波形の時間的な「電子雑音」である。一方、位相ジッタは、信号の振れの周波数が10[Hz]を越えるものは「ジッタ」、これ以下の周波数は、「ワンド」と定義している。

発振器の「ワンド」は観測が困難である。これは光ケーブルのような少しの温度変化でもケーブルが伸び縮みするような電子部品に確認される現象である。このため、発振器では「ワンド」は議論しないのが一般的である。ここでも位相ジッタは、「ジッタ」のみを対象とした。

信号は、理想的な1周期(t)は、周波数(f)に反比例する。

すなわち、

$$t = \frac{1}{f} \quad (1)$$

である。

実際には様々な影響を受けて周期にばらつきが発生する。この現象が位相ジッタであり、オシロスコープなどを使った場合には波形のエッジが太くなっていることで確認することができる。このような位相ジッタを測定評価する方法として、統計的な測定手法が利用されている。この現象を図3に示した。図3の数値は記号として扱っている。信号波形の0.5の位置を縦軸の基準とし、Referenceのエッジは変動しないものとする。一周目目のエッジに着目すれば、信号がCRTの画面を繰り返し横に移動する度に一周目目のエッジは再現しない。そして、このエッジは複数存在することになる。これは信号を繰り返し測定した場合に生じる現象であり、これが位相ジッタである。

この位相ジッタは、正規分布として取り扱う。そして、これを解析すれば、数種類の性質に区分できる。すなわち、位相ジッタには数種類の分類がなされている。本稿では位相ジッタを次の7種類に分類している。以下にこれらの性質と原因系を明らかにする。

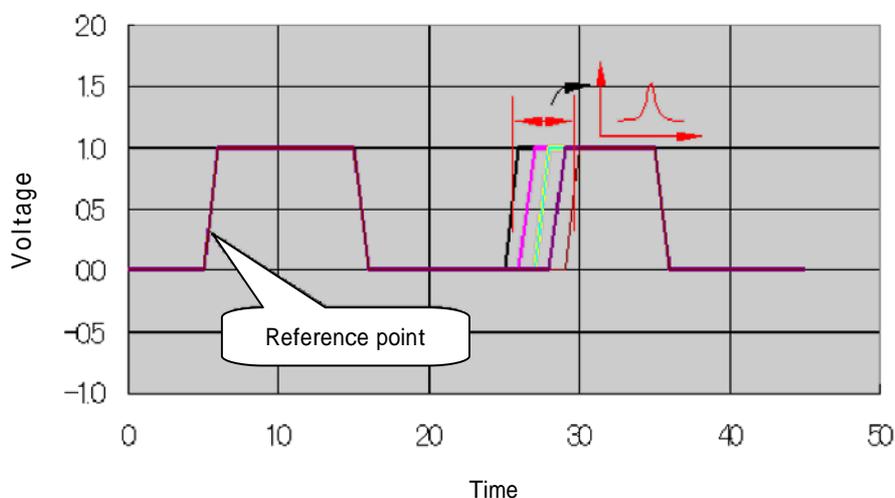


図 3 Voltage vs. Time

3.1 アールエムエスジッタ (RMS Jitter)

アールエムエスジッタは、図4に示す正規分布となるような位相ジッタである。これは統計処理に基づいて得られた標準偏差であり、 1σ 分と定義する。

統計学上から、 1σ の中には、68.26%の確率で測定データが存在することを意味している。このため、測定回数が1万回の場合には、約6826個の測定データ含まれるものと考えられる。逆に31.74%(3174個)の測定データは $\pm 1\sigma$ の外にあるということを示している。この規定外の測定データをエラーと考えれば、31.74%がerror rateと考えることができる。

3.2 ピークツーピークジッタ (Peak to Peak Jitter)

ピークツーピークジッタは図4に示す正規分布となるような位相ジッタである。図3の位相ジッタのReference pointを基点に一周期の位相ジッタ量を集計して統計処理をする。この場合、位相ジッタ量は正規分布になると仮定されている。

この分布の最大と最小の差(すなわち変化幅)は、ピークツーピークジッタ(Peak to Peak Jitter)またはサイクルツーサイクルジッタ(Cycle to Cycle Jitter)と称している。これは、測定回数が増えれば増えるほど大きな値になるため、後述するトータルジッタ(Total Jitter)にもなる。これは顧客と発振器メーカーとの間の規格交渉の際に出てくる用語となる。

備考 ピークツーピークジッタやアールエムエスジッタは、その測定回数における位相ジッタ量を示しているため、測定試料が持つ短い時間の動作状態を示したものである。また、理想的な正規分布(ガウシアン分布)のみに有効な値であり、分布が歪んだ二項分布や二乗分布等の非ガウシアン分布で考えた場合にはその有効性が低いといえる。このため、ピークツーピークジッタやアールエムエスジッタを適用する場合は、顧客と納入側で契約により測定回数を明確に定義する必要がある。

3.3 ランダムジッタ (Random Jitter)

ランダムジッタは図5に示した。これは予測不可能な位相ジッタ成分を表す。

これは測定器自身や発振器が本来持っている特性、熱雑音等が影響して、自然誘発的に起こる。更に、観測時間を長くすればするほど、測定値の分布の幅が大きくなる特性(すなわち境界のない特性)を持っている。従って、分布図は理想的な正規分布として考えられる。また、位相ジッタの測定によって得られた分布図に基づき、標準偏差として決定される。このため、発振器の場合、アールエムエスジッタと同等のジッタ量になる場合がある。また、測定器自身のジッタ量になるため、発振器の位相ジッタ測定に適用する可否判断を行なう目安の一つである。

3.4 データミニスティックジッタ (Deterministic Jitter)

データミニスティックジッタは様々な規則性の要因(回路設計、電磁誘導、また外部環境から誘発される)により発生し、その分布の変化幅は境界のある特性を持っており、左右のランダムジッタに挟まれた部分で表すことができる。一方、データミニスティックジッタを構成する成分には、周期的ジッタとデータ依存性ジッタがある。

3.5 周期的ジッタ (Period JitterまたはPeriodic Jitter)

アールエムエスジッタは1周期のパラッキであるが、周期ジッタは2周期、3周期と連続する多周期のタイミングのパラッキを示したものである。この多周期と各周期におけるRMS Jitterとの関係を把握することにより、周期的な変動が現れている可否を把握し、周期ジッタを決定することができる。このジッタの周期成分は、たとえば電源に起因する電子雑音、測定する発振器周囲の電子部品、更に、ICでは近接するコアからのクロストークなどが考えられる。

もし、FFT(Fast Fourier Transform:高速フーリエ変換)が実行できるならば、原因となる周波数がスペクトラムとして現れることはいうまでもない。当然、発振器はこのジッタを考慮する必要があるが、一般的な測定器では検出することが難しい。

3.6 データ依存性ジッタ

データ依存性ジッタは、デューティ比歪とシンボル間干渉によるジッタ成分と考えられているが、発振器は無視できる。

3.7 トータルジッタ Total Jitter

トータルジッタは、全てのジッタの総合計したジッタと定義する。

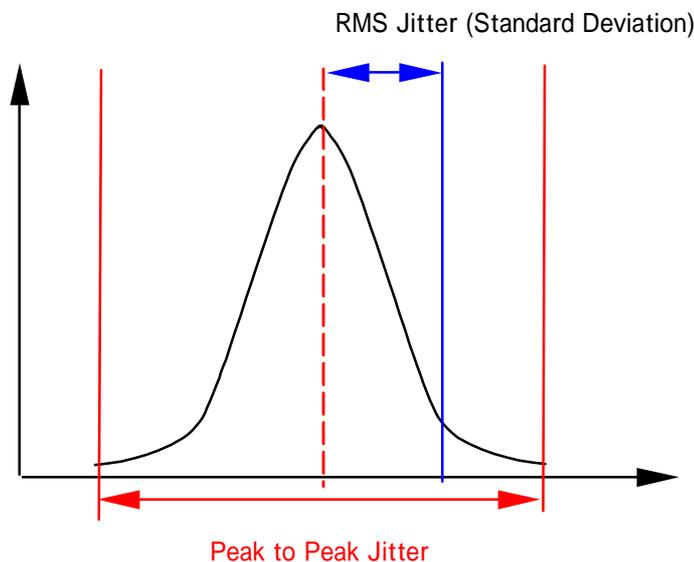


図4 アールエムエスジッタに適用するジッタ量の説明図

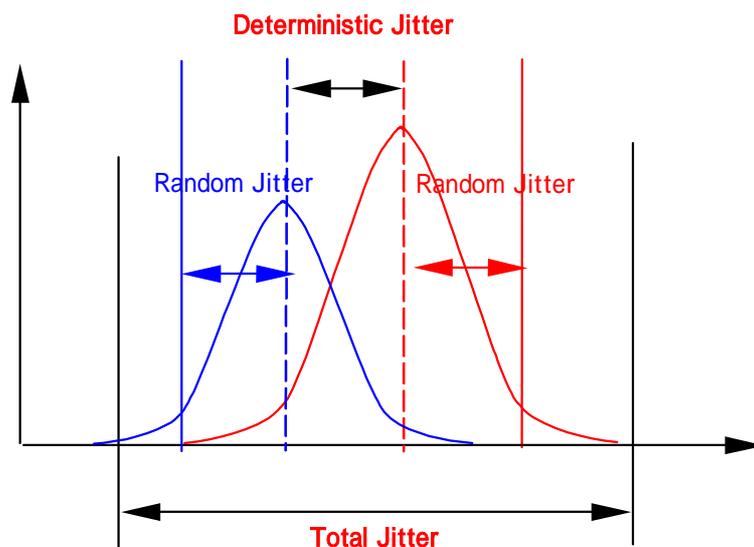


図5 ランダムジッタ、データミニスティックジッタ、トータルジッタの説明図

4. 測定の留意事項

4.1 測定器

発振器には、顧客から千差万別の要求が出る。出力波形は矩形波だけではない。出力電圧は測定器に適合できないくらい小さい要求もある。

発振器は超低雑音であるため、測定器自身が持つジッタ量を検出する場合がある。このため、測定器自身が持つジッタ量は、想定される発振器のジッタ量よりも一桁小さなジッタフロアを有すること。また、周波数範囲や出力波形は矩形波だけでなく、正弦波にも適用できることが求められる。一般的な測定器は、デジタル電子システムに適用できる程度の仕様となっているため、発振器用としての採用には十分な検討が必要である。

- a) デジタルオシロスコープの場合、当該発振器用として適切な測定器は見つかっていない。
- b) デジタルオシロスコープを位相ジッタの測定に適用する場合は、十分に検証・確認が可能な測定器と測定システムを選定し、納入者と顧客の契約により決定することを推奨する。
- c) タイムインターバルアナライザを適用した専用測定器の場合、一部の測定器はジッタフロアのランダムジッタは発振器と同等または大きい、正弦波の適用が難しい、低い周波数が当該発振器の範囲に適用できない、出力電圧が小さく、そしてアンプが必要であるなどの難点を持つ機種が存在する。このため、機種を選定には、十分な配慮が必要である。
- d) 位相雑音測定器または測定システムを利用し、位相雑音測定値から位相ジッタを算出してもよい。この場合、離調周波数は納入者と顧客の契約により決定すること。離調周波数が位相雑音測定器または測定システムの範囲外となる場合、特に離調周波数の上限がフロアレベルになる場合は、フロアレベルの電圧がフラットであることを納入者と顧客の契約により定義し、誤解が生じないように配慮すること。

第一ステージの中で調査した範囲では、サンプリングオシロスコープや専用測定器には、これに該当する装置は見つからなかった。ただし、一部の専用測定器には、これに該当するものが市販されたとの情報があったため、規格の中に専用測定器を取り入れた。

4.2 測定誤差要因

発振器として、位相ジッタ測定誤差要因を以下に示す。

a) Power Supply

発振器を駆動するために電源は必要である。もし、不安定な電源を使うと、ジッタに変換されて観測されるために、十分に低雑音の電源を使用する事が望ましい。電源端子と発振器やアンプとの配線ケーブルにロスが発生するため、また、接触抵抗が発生するため、この部分から位相ジッタ量が大きくなる可能性がある。

b) Test fixer & Load

負荷は抵抗体と固定コンデンサとで構成されている。抵抗体が存在するため電子雑音の発生は回避できない。アンテナとして電子雑音を拾ってしまう役割を担っている可能性があるなどが挙げられる。

c) アンプ (測定時にアンプを使用する場合)

アンプは能動素子や抵抗体を含む電子部品により構成されている。このため、電子雑音の発生は回避できない。

d) ケーブル

ケーブルにはロスが存在するため、電子雑音発生源である。温度特性に起因する長さの変化が、インピーダンスの変化として反射率が変わるため、これをワングと読み違える可能性がある。コネクタの接触変化による電子雑音はあるであろう。アンテナとして電子雑音を拾ってしまう役割を担っている可能性などがある。

e) 測定系の入出力インピーダンス

発振器の負荷インピーダンスは、5ohm ~ 100Mohm の広い範囲にわたる。負荷インピーダンス用として使用される部品は、コンデンサのみ、抵抗素子のみ、そしてコンデンサと抵抗素子の併用の3種類である。コンデンサのみの場合は、位相ジッタの測定値には無視できる。

抵抗素子のみの場合とコンデンサと抵抗素子の併用の場合は、抵抗素子からの熱雑音により、位相ジッタの測定値は無視できない可能性があるので注意を要する。

f) 1GHz を超える周波数の位相ジッタ測定

一般的に 1GHz を超える信号(変調された信号を含む)の波形は、変形した正弦波である。このため、サンプリングオシロスコープや専用測定器では納入者と顧客が意図した位相ジッタ量を得ることが難しい可能性があるため注意を要する。

参考文献

- [1]Eva S. Ferre-Pikal: PM and AM Noise Measurement Techniques - Part I, IEEE I.F.C.S, Tutorials, 2003.
- [2]Special Issue on Frequency Stability, Proc,IEEE,54, No.2, 1966-2

典拠

ITU-T: International Telecommunications Union - Telecommunications Standards Sector.

This is the alternate acronym for ITU-TSS.

ITU-TSS: International Telecommunication Union Telecommunication Standardization sectors the new name for the CCITT.

CCIT-T: Comite Consultatif International Telegraphique et Telephonique.

回送実験参加者名

位相ジッタ測定法検討チーム(発足当時)		
	氏名	所属
1	伊藤 久敏	京セラ(株)
2	江口 治	キンセキ(株)
3	福田 祐一	セイコーエプソン(株)
4	角谷 利行	東京電波株式会社
5	重松 俊輔	(株)大真空
6	小山 光明	日本電波工業(株)
7	西田 公昭	日本電波工業(株)
8	野村 記央	東洋通信機(株)
9	小尾 茂樹	リバーエレテック(株)

...チームリーダー

測定法小委員会委員(発足当時)		
	氏名	所属
1	岡 稔久	アジレント・テクノロジー(株)
2	若本 悟	(株)アドバンテスト
3	河内 毅彦	アンリツ(株)
4	大隅 明	キンセキ(株)
5	竹林 祐一	セイコーエプソン(株)
6	岡本 幸博	(株)大真空
7	佐藤 充	東京電波(株)
8	船山 幸男	東京電波(株)
9	田中 良明	東洋通信機(株)
10	小山 光明	日本電波工業(株)
11	金子 哲郎	ヘルツ(株)
12	小尾 茂樹	リバーエレテック(株)

...主査

審議参加者

	氏名	所属
1	石橋 昌夫	京セラキンセキ(株)
2	細田 朋之	京セラキンセキ(株)
3	山田 未雄	京セラキンセキ(株)
4	山田 浩	九州電通(株)
5	内山 敏一	エプソントヨコム(株)
6	遠藤 秀男	エプソントヨコム(株)
7	村田 一男	シチズンミヨタ(株)
8	鬼塚 修	セイコーインスツル(株)
9	佐々木孝志	(株)ソラチ・クォーツ
10	岡本 幸博	(株)大真空
11	佐藤 充	東京電波(株)
12	杉本 久	東京電波(株)
13	仙波 清隆	日興電子(株)
14	小山 光明	日本電波工業(株)
15	井上幸次郎	パナソニック半導体デバイス・デバイス(株)
16	木崎 茂	ヘルツ(株)
17	雨宮 正人	リバーエレテック(株)

...技術委員長

本規格は、工業所有権（特許、実用新案その他）に関する抵触の有無に関係なく制定されています。

従って本規格の発行者は、工業所有権に関する責任は一切負いません。

技 術 基 準 (非売品)

水晶発振器とSAW発振器の位相ジッタ測定法ガイド
Q I A J - B - 0 1 1 第 1 版 (禁無断転載)

発 行 2 0 0 6 年 5 月 初 版

日本水晶デバイス工業会

〒160-0022 東京都新宿区新宿2丁目5番10号 (成信ビル10階)

TEL. (03) 5379-2921 FAX. (03) 5379-2923

URL <http://www.qiaj.jp>

編 集 日本水晶デバイス工業会 技術委員会

印 刷 明電メディアフロント 株式会社

〒141-0031 東京都品川区西五反田1丁目13番7号

マルキビル

TEL. (03) 3490-4767 FAX. (03) 3779-3083

