

## SiTime 発振器 SiT8103、SiT8003、SiT9003 の 立ち上がり／立ち下がり時間の調整

### 目次

1	プログラム可能な立ち上がり／立ち下がり時間 .....	1
2	60 pF までの負荷駆動 .....	2
3	EMI 低減のための立ち上がり／立ち下がり時間の短縮 .....	2
4	参考資料 .....	3
5	Appendix A: SiT8003, SiT8103, SiT9003 の立ち上がり／立ち下がり時間 .....	4

### 1 プログラム可能な立ち上がり／立ち下がり時間

クロック信号の立ち上がり／立ち下がり時間は、システムの特性を決める重要なパラメータの1つです。一般に、クロック信号のジッター特性を良くする場合は、クロックの立ち上がり／立ち下がり時間が小さくなるようチューニングしますが、プリント基板からの電磁妨害波(EMI)放射を低減させる為に、逆に遷移時間を大きくする事もあります。

容量性負荷を駆動する発振器出力の立ち上がり／立ち下がり時間は、1) 発振器出力段の駆動能力、および2) 出力負荷容量に依存しています。SiTime のシングルエンド型 CMOS 出力の発振器は、通常 15 pF の負荷容量を前提として立ち上がり／立ち下がり時間をデータシートに記載しています。しかしながら、SiTime の発振器は様々な駆動能力オプションをユーザーに提供できるように設計されているので、ユーザー自身が負荷容量に合わせて立ち上がり／立ち下がり時間を最適化することが可能です。

最適な駆動能力を選択するには、設計者は次のことを知る必要があります。

- 立ち上がり／立ち下がり時間に対するシステム要件
- 総負荷容量
- クロック分配のトレースおよび終端

シングルエンド型 LVCMOS 出力の終端スキームに関する詳細は、SiTime アプリケーションノート AN10002<sup>[1]</sup>を参照してください。

本アプリケーションノートは、SiT8003、SiT8103 および SiT9003 デバイスにおける駆動能力オプション、負荷条件および電源電圧などをパラメータとした立ち上がり／立ち下がり時間をまとめたものです。

## 2 60 pF までの負荷駆動

SiTime の各発振器製品におけるデータシートでは、幾つかの負荷容量に対する立ち上がり／立ち下がり時間が記載されていますが、SiTime の SiT8003、SiT8103 および SiT9003 デバイスに関しては、60 pF までの容量性負荷に対して以下の条件での立ち上がり／立ち下がり時間を定義しています（Appendix の Table1～4）。

- 3.3V、2.8V、2.5V および 1.8V の電源電圧
- -40°C～85°Cの全動作温度範囲
- 4つの駆動強度オプション

この Table1～4 の立ち上がり／立ち下がり時間のデータを使って、発振器出力がフルスイングできる最大周波数を次のように導き出すことができます。

$$\text{Max Frequency} \sim \frac{1}{2 \times (T_{\text{rise}} + T_{\text{fall}})} \quad (1)$$

さらに、異なる駆動能力および負荷容量に対するフルスイング可能な最大周波数を、供給電圧毎に Table5～8 にまとめています。

これらの Table を使った注文方法は以下の通りです。

1. 電源電圧の表を選択します。
2. Table1～4 の緑色で強調された列を参照してください。これらの列は標準で用意されている駆動能力です。負荷容量に対する立ち上がり／立ち下がり時間がお客様の用途に十分な場合は、この標準品を注文してください。
3. 標準品が提供するもの以外の立ち上がり／立ち下がり時間が必要な場合、Table1～4 の中でその用途に必要な立ち上がり／立ち下がり時間が記載された列を探し、Table5～8 を参照してフルスイングできる最大周波数を見積もってください。例えば、45 pF の負荷において VDD=2.5V（Table3）の駆動能力オプション 4 を選択した場合、Table7 のオプション 4 の列および 45 pF の欄に記載されている通り、フルスイングできる最大周波数は 75 MHz となります。
4. 立ち上がり／立ち下がり時間および最大周波数が許容範囲にある事を確認後、選択した駆動能力オプションを発注時に SiTime までご連絡ください。

## 3 EMI 低減のための立ち上がり／立ち下がり時間の短縮

用途によっては、より遅い立ち上がり／立ち下がり時間を選ぶことによって EMI を低減する事ができます。立ち上がり／立ち下がり時間を遅くするとクロック信号の高調波成分が低減される為、これら高調波における EMI 放射を小さくする事が可能となるからです。

立ち上がり／立ち下がり時間を遅くする事による高調波電力の低減効果を Figure1 に示します。立ち上がり／立ち下がり時間はクロック周期の比率で示しています。比率が 0.05 であれば、信号は方形波に非常に近くなります。比率が 0.45 であれば、立ち上がり／立ち下がり時間はクロック周期の半分近くになり、三角波に近い波形をもたらします。例えば、立ち上がり／立ち下がりエッジが周期の 5 %から 45 %まで増加すると、11 番目のクロック高調波を 35 dB 低減できることを示しています。

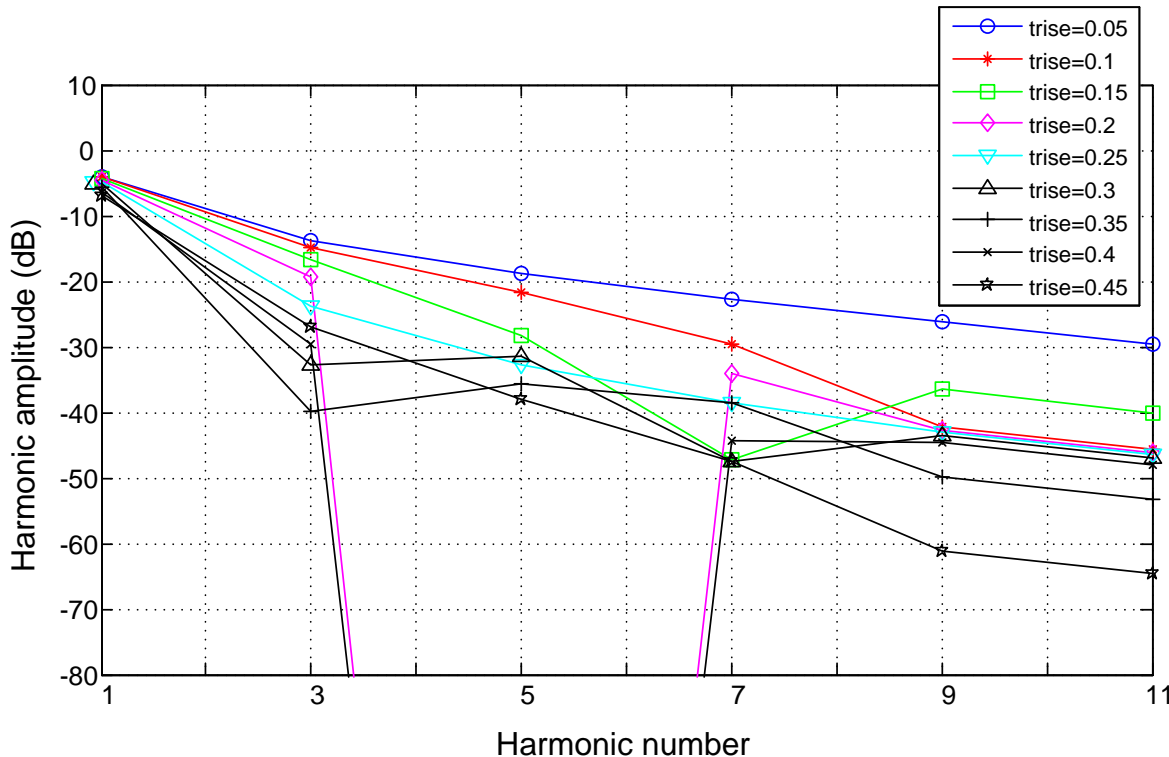


Figure 1: Harmonic EMI reduction as a function of slower rise/fall time

SiTime 発振器は、低い電源電圧で動作させることによって、立ち上がり／立ち下がり時間をより遅くすることができます。また、負荷容量を増加させる事でも消費電流増加というペナルティは有るものの、立ち上がり／立ち下がり時間をより遅くすることができます。立ち上がり／立ち下がり時間をより遅くさせる最も良い方法は、より低い駆動能力オプションを選択することです。より大きな負荷容量を必要としない為、無駄に消費電力を増加させる事ありません。Table1~4 から適切なオプションを選択することによってこれを達成できます。

SiTime は、クロックトレースへの EMI 放射だけでなくネットワーク全体への EMI 放射も効果的に低減できるスペクトラム拡散クロック (SSC) 機能を有する発振器も提供しています<sup>[2]</sup>。

## 4 参考資料

[1] SiTime Corporation, "Termination Recommendations for SiTime Single-Ended Oscillators," AN10002, Rev.1.1.

[2] SiTime Corporation, "SiTime Spread Spectrum Clock Oscillators", AN10005, rev1.1

## 5 Appendix A: SiT8003, SiT8103, SiT9003 の立ち上がり／立下り時間

Table 1: Rise/fall times, VDD=3.3V ±10%, T=-40°C to 85°C

Drive strength option		Unit	Load (pF)			
			15	30	45	60
1	Max.	ns	2.4	3.5	5.5	6.4
	Typ.	ns	1.7	2.8	4.3	5.4
2*	Max.	ns	2.0	2.5	3.9	4.8
	Typ.	ns	1.1	2.0	2.9	3.8
3	Max.	ns	1.2	2.0	3.0	3.7
	Typ.	ns	0.8	1.6	2.2	2.9
4	Max.	ns	0.9	1.7	2.5	3.0
	Typ.	ns	0.6	1.3	1.9	2.3

\* Default option for standard devices

Table 2: Rise/fall times, VDD=2.8V ±10%, T=-40°C to 85°C

Drive strength option		Unit	Load (pF)			
			15	30	45	60
1	Max.	ns	2.5	4.1	6.0	7.3
	Typ.	ns	2.0	3.2	4.8	5.9
2	Max.	ns	2.2	3.0	4.5	5.4
	Typ.	ns	1.3	2.2	3.3	4.3
3*	Max.	ns	2.0	2.4	3.5	4.3
	Typ.	ns	1.0	1.7	2.5	3.2
4	Max.	ns	1.2	1.9	2.9	3.6
	Typ.	ns	0.7	1.5	2.0	2.6

\* Default option for standard devices

Table 3: Rise/fall times, VDD=2.5V ±10%, T=-40°C to 85°C

Drive strength option		Unit	Load (pF)			
			15	30	45	60
1	Max.	ns	2.8	4.6	6.8	8.3
	Typ.	ns	2.1	3.6	5.2	6.4
2	Max.	ns	2.3	3.3	5.0	5.9
	Typ.	ns	1.4	2.5	3.7	4.7
3*	Max.	ns	2.0	2.6	3.4	4.8
	Typ.	ns	1.1	1.9	2.8	3.6
4	Max.	ns	1.3	2.2	3.3	4.0
	Typ.	ns	0.9	1.6	2.3	2.9

\* Default option for standard devices

Table 4: Rise/fall times, VDD=1.8V ±10%, T=-40°C to 85°C

Drive strength option		Unit	Load (pF)			
			15	30	45	60
1	Max.	ns	4.2	6.8	9.4	12.1
	Typ.	ns	3.1	5.1	7.3	9.2
2	Max.	ns	3.2	4.9	6.9	8.7
	Typ.	ns	2.3	3.7	5.3	6.5
3	Max.	ns	2.7	3.9	5.5	6.7
	Typ.	ns	1.7	2.9	4.2	5.2
4*	Max.	ns	2.5	3.3	4.6	5.7
	Typ.	ns	1.4	2.4	3.4	4.3

\* Default option for standard devices

Table 5: Maximum frequency for different load and drive strength options, VDD=3.3V

Drive strength option	Unit	Load (pF)			
		15	30	45	60
1	MHz	110	70	45	40
2*	MHz	110	100	65	55
3	MHz	110	110	85	70
4	MHz	110	110	105	85

\* Default option for standard product

**Table 6: Maximum frequency for different load and drive strength options, VDD=2.8V**

Drive strength option	Unit	Load (pF)			
		15	30	45	60
1	MHz	100	60	40	35
2	MHz	110	85	55	45
3*	MHz	110	110	75	60
4	MHz	110	110	90	70

\* Default option for standard product

**Table 7: Maximum frequency for different load and drive strength options, VDD=2.5V**

Drive strength option	Unit	Load (pF)			
		15	30	45	60
1	MHz	90	55	35	30
2	MHz	110	75	50	40
3*	MHz	110	95	65	50
4	MHz	110	110	75	65

\* Default option for standard product

**Table 8: Maximum frequency for different load and drive strength options, VDD=1.8V**

Drive strength option	Unit	Load (pF)			
		15	30	45	60
1	MHz	60	35	25	20
2	MHz	85	50	35	30
3	MHz	105	65	45	40
4*	MHz	110	80	55	45

\* Default option for standard product

---

SiTime Corporation  
990 Almanor Avenue  
Sunnyvale, CA 94085  
USA  
Phone: 408-328-4400  
<http://www.sitime.com>

© SiTime Corporation, 2008-2011. The information contained herein is subject to change at any time without notice. SiTime assumes no responsibility or liability for any loss, damage or defect of a Product which is caused in whole or in part by (i) use of any circuitry other than circuitry embodied in a SiTime product, (ii) misuse or abuse including static discharge, neglect or accident, (iii) unauthorized modification or repairs which have been soldered or altered during assembly and are not capable of being tested by SiTime under its normal test conditions, or (iv) improper installation, storage, handling, warehousing or transportation, or (v) being subjected to unusual physical, thermal, or electrical stress.

**Disclaimer:** SiTime makes no warranty of any kind, express or implied, with regard to this material, and specifically disclaims any and all express or implied warranties, either in fact or by operation of law, statutory or otherwise, including the implied warranties of merchantability and fitness for use or a particular purpose, and any implied warranty arising from course of dealing or usage of trade, as well as any common-law duties relating to accuracy or lack of negligence, with respect to this material, any SiTime product and any product documentation. Products sold by SiTime are not suitable or intended to be used in a life support application or component, to operate nuclear facilities, or in other mission critical applications where human life may be involved or at stake.