

クロック周波数 250 MHz,  
消費電力 50 mW の DDS IC

## AD9913

渡辺 明禎  
Akiyoshi Watanabe



AD9913 (アナログ・デバイセス) はワイヤレス、ハンドヘルド機器向けに設計された低消費電力で低コストのDDS (Direct Digital Synthesizer) 正弦波発生器ICです。

50 mW という低消費電力で、

250 MHz の高クロック・レートにより最大 100 MHz までの正弦波を発生できる DDS で、低価格という特徴があります。

本稿では、AD9913 の評価ボードを使い、その性能を評価すると同時に、

機器への応用などを紹介します。

### AD9913 の概要

AD9913 の主な電気的仕様を以下に示します。

- 最大クロック周波数：250 MHz
- 消費電力：50 mW
- 最大出力周波数：100 MHz
- 周波数の設定分解能：0.058 Hz
- 位相の設定分解能：0.022°
- 位相ノイズ：-135 dB/Hz@1 kHz オフセット (内蔵 PLL を使用時：-115 dB/Hz@1 kHz オフセット)
- 10 ビット D-A コンバータ
- 電源電圧：1.8 V
- 32 ピン LFCSP パッケージ

周波数設定では、ナノ秒台でのセトリングが可能です。また、出力周波数の設定分解能が非常に小さく、

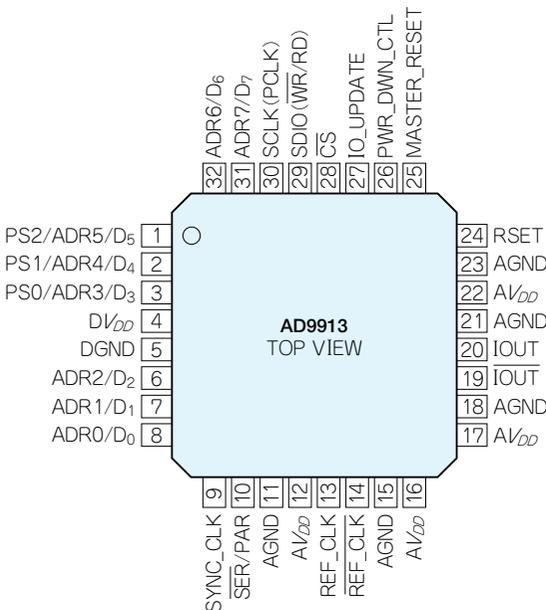


図1<sup>(1)</sup>  
DDS IC AD9913 のピン配置

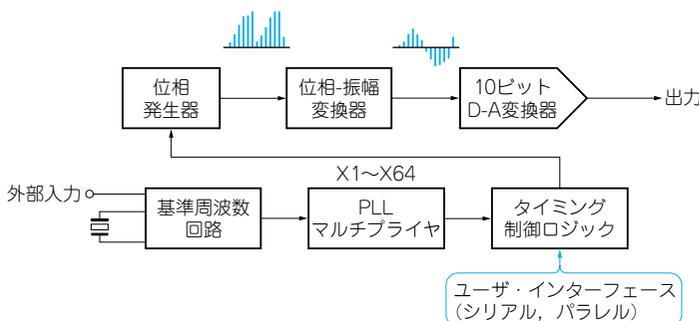
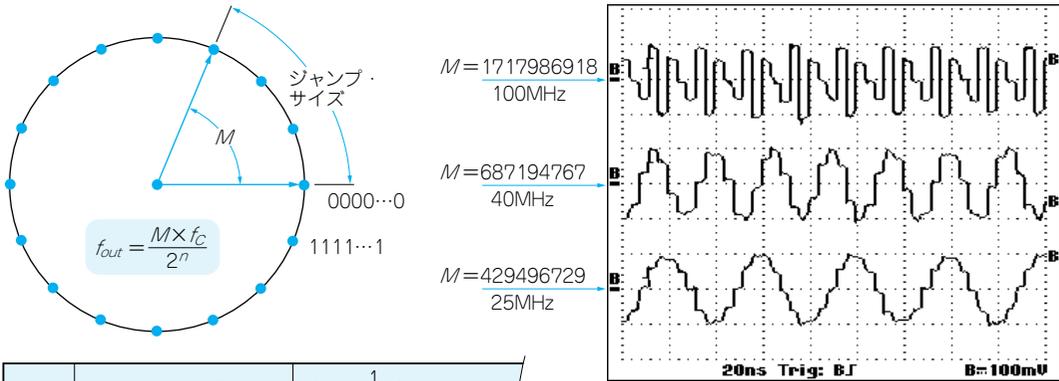


図2 DDS IC AD9913 のブロック図



写真1 AD9913 の外観



$n$	円の点の数	$f_{out} = \frac{1}{10} f_C$ のときの $M$
8	256	25
12	4096	409
16	65535	6553
20	1048576	104857
24	16777216	1677721
28	268435456	26843545
32	4294967296	429496729
48	281474976710656	28147497671065

図3 出力周波数の発生原理(100 mV/div, 20 ns/div)

設定できる位相間隔は、

$$360^\circ / 256 \approx 1.4^\circ$$

となります。基準周波数  $f_C$  の  $1/10$  の周波数を発生させたい場合、 $M$  として  $256/10 \approx 25$  を設定します。

すなわち、10回の基準クロックで、およそ1サイクルの正弦波を発生するので、発生周波数は基準周波数の約  $1/10$  となるわけです。

厳密な発生周波数は、

$$\begin{aligned} &(25/256) \times f_C \\ &= 0.0977 \times 250 \text{ MHz} \\ &= 24.41 \text{ MHz} \end{aligned}$$

となります。もし、 $M = 26$  と設定すると、25.39MHzとなります。

このように  $n$  の値が小さい場合、設定できる周波数の間隔は荒くなります。そこで、 $n$  の値を大きくして、設定できる位相間隔を小さくします。AD9913の場合、 $n = 32$  ビットなので、設定できる位相の数は図3のように極めて大きくなり、逆な言い方をすると、設定できる位相間隔を非常に小さくすることができます。

発生できる最低周波数は  $M=1$  のときで、

$$250 \text{ MHz} / 2^{32} = 0.058 \text{ Hz}$$

となります。また、周波数設定間隔は、この0.058 Hzとなることもわかります。

### ▶ AD9913の出力波形

実際のAD9913からの出力波形を図3に示します。最大発生周波数の100MHzに設定した場合、

$$\begin{aligned} M &= 2^{32} \times 100 \text{ MHz} / 250 \text{ MHz} \\ &= 1717986918 \end{aligned}$$

となり、2.5回のクロックで1サイ

SFDR (Spurious-Free Dynamic Range) が大きいので、必要な帯域に、安定した信号を、より高速で正確に発生させることができます。

応用として、携帯バーコード・スキャナ、レーダ検出装置、遠隔無線制御機器など、性能と低消費電力のコスト効率の高い組み合わせが求められる製品に最適です。

### ● AD9913の動作原理

図1にAD9913のピン配置を、図2にブロック図を、外観を写真1に示します。

基準クロック周波数を発生する回路では、外部入力、水晶振動子を選択できます。この回路の周波数が小さい場合、PLLマルチプライヤによって、最大64倍までの基準クロック周波数を発生することができます。

AD9913の場合、最大基準クロック周波数は250 MHzなので、それに近い値になるように、基準入力クロック周波数、PLLマルチプライヤを設定します。

タイミング制御ロジックでは、シリアルもしくはパラレル・インター

フェースにより各レジスタを設定し、その設定値に従い、位相発生器を設定します。位相発生器では、タイミングに従い、位相情報を出力します。位相-振幅変換器でこの位相情報に基づいて、振幅情報に変換し、それが10ビットのD-A変換器でアナログ信号に変換され、出力されます。

### ▶ 正弦波の発生原理

図3は、出力周波数の発生原理です。円は正弦波の発生原理でよく使われるサイクル円です。位相が1周することにより、1サイクルの正弦波が出力されます。

図3の場合、位相は左回りで回転していき、左に90°進んだときに正弦波の最大値、180°進んだときに出力は0、270°進んだときに負の最大値となります。

まず、0000...0からスタートします。制御ロジックではジャンプ・サイズ  $M$  が設定され、それに従って次のクロック・タイミングで位相の位置を  $M$  の数だけ移動します。

たとえば、位相設定ビットが8ビットの場合、 $n = 8$  となり、円の点の数は256となります。したがって、