

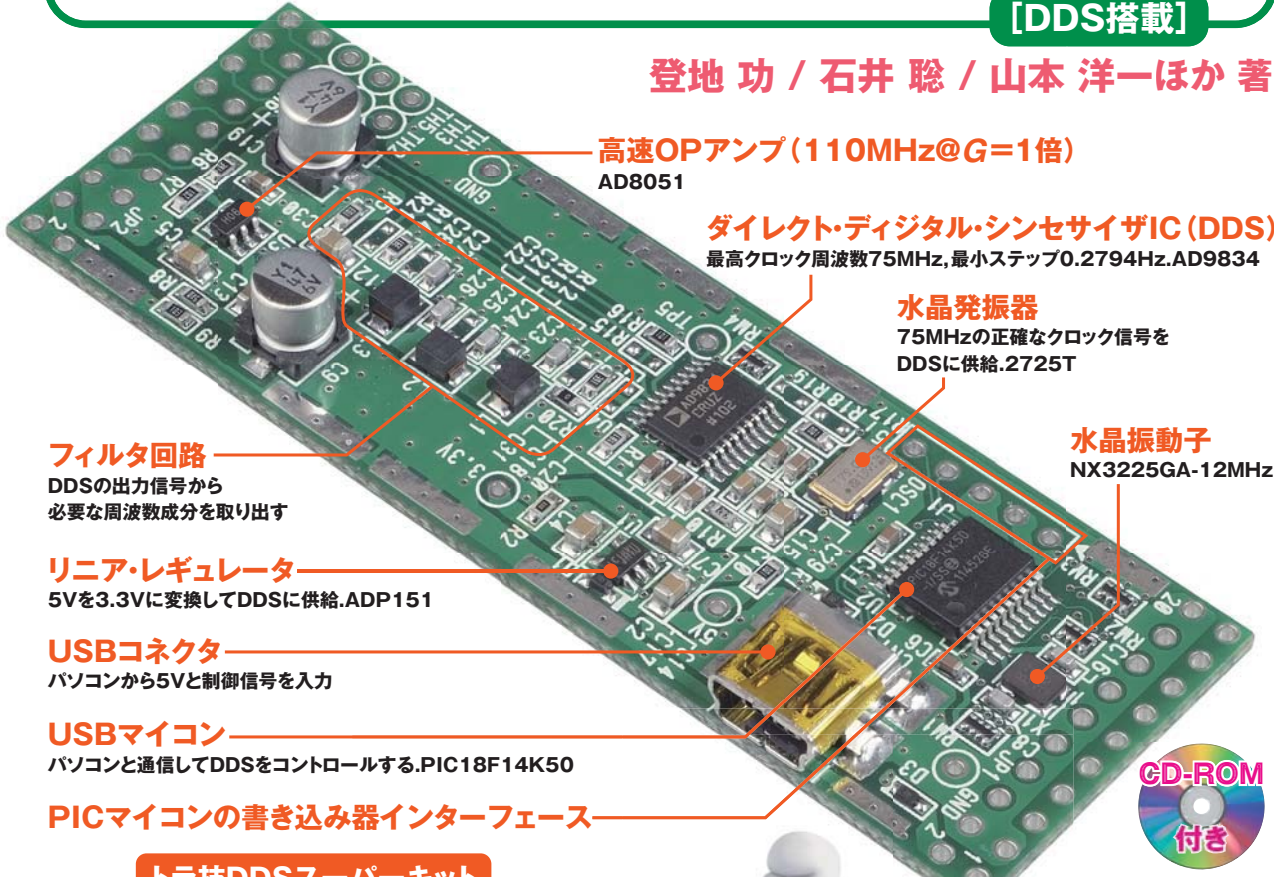
すぐ使える

夢の発振器誕生!
20MHzまで1Hzきざみでピターッ! ほしい波形が一発で!

デジタル周波数 シンセサイザ基板

[DDS搭載]

登地 功 / 石井 聡 / 山本 洋一ほか 著



高速OPアンプ (110MHz@G=1倍)
AD8051

ダイレクト・デジタル・シンセサイザIC (DDS)
最高クロック周波数75MHz, 最小ステップ0.2794Hz. AD9834

水晶発振器
75MHzの正確なクロック信号を
DDSに供給. 2725T

水晶振動子
NX3225GA-12MHz

フィルタ回路
DDSの出力信号から
必要な周波数成分を取り出す

リニア・レギュレータ
5Vを3.3Vに変換してDDSに供給. ADP151

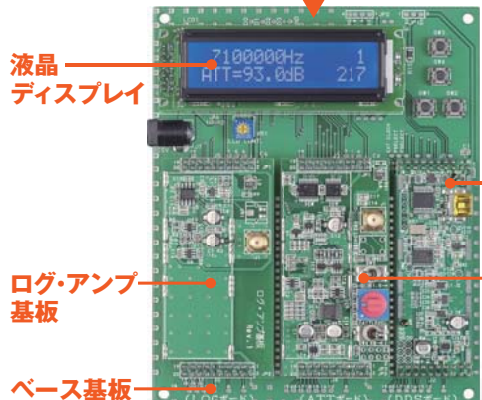
USBコネクタ
パソコンから5Vと制御信号を入力

USBマイコン
パソコンと通信してDDSをコントロールする. PIC18F14K50

PICマイコンの書き込み器インターフェース



トラ技DDSスーパーキット
DDS-001T (別売)



液晶
ディスプレイ

ログ・アンプ
基板

ベース基板



DDS
付属基板
搭載部

アッテネータ
基板

項目	スペック
出力周波数	50Hz~20MHz
周波数分解能	1Hz
出力 (50Ω負荷)	約3dBm@1MHz 約0dBm@20MHz
帯域内スプリアス	-40dBc以下
高調波	-30dBc以下
位相雑音 (10kHzオフセット)	-125dBc/Hz以下 @10MHz
電源	DC5V
最低動作電圧	4.3V
消費電流	約45mA
寸法	76.2×25.4mm

読者プレゼント

編集部

付属 CD-ROM の内容に一部 (プレゼント情報) 誤りがあります。仕上げ部品セット (DDS-002T) のプレゼントはありません。訂正してお詫びいたします。
〈編集部〉

アナログ・デバイスズのプレゼント・キャンペーン

1 もれなく! DDSを使ったインピーダンス計測IC AD5933



応募いただいた方全員に、AD5933YRSZをおひとり様に1個、さらに抽選で20名様に評価ボード(写真A)をプレゼントします。

AD5933は、DDSを信号発生機能として応用し、測定対象のインピーダンスを高精度に計測できる複合型ICです。27ビットNCOのDDS(最大100kHzの測定電流出力)と1MSps、12ビットA-Dコンバータを内蔵しています。

写真A
インピーダンス計測IC AD5933の
評価ボード

2 もれなく! 高性能リニア・レギュレータ ADP7104

ベース基板に搭載されているリニア・レギュレータIC ADP7104を応募者全員(おひとり様3個)にプレゼントします。

ADP7104はロー・ドロップアウトの高性能なCMOSリニア・レギュレータです。3.3~20Vの入力電圧範囲で動作し、最大300mAの出力電流が得られます。小型かつ高い電源電圧変動除去特性、ロー・ノイズ特性をもち、わずか1 μ Fのセラミック・コンデンサで、優れたライン・レギュレーションおよび負荷過渡応答性能を実現できます。ADP7104は、7種類の固定電圧出力の製品と可変電圧出力の製品が供給されています。

3 もれなく! 高性能OPアンプ AD8051とADA4897

DDS付属基板に採用した高速レール・ツー・レール出力OPアンプAD8051と、ロー・ノイズ(1nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$)で高速なレール・ツー・レール出力OPアンプADA4897を、ご応募いただいた方全員に、3個(計6個)ずつプレゼントします。

● ご注意

プレゼントは、付属CD-ROM内でリンクされたキャンペーン・ページから応募できます。準備数に達し次第、プレゼント・キャンペーンを随時終了させていただきます。

アンケートにご協力ください

同梱のアンケートに回答いただき、編集部までお寄せください。基板付き書籍やキットの企画立案の参考とさせていただきます。プレゼント応募締切は2013年1月20日です。当選は発送をもって代えさせていただきます。

● **ご注意**

お預かりしたお客様の個人情報は、アナログ・デバイス/マイクロチップ・テクノロジーの規定に則り、同社、同社の正規販売代理店、同社の委託企業が厳正な管理の下で保管します。その情報は、同社および正規販売代理店のセールス/マーケティング活動に利用させていただきます。

4 最高100MHz出力の DDS AD9913評価ボード

(3名様, 提供 アナログ・デバイス)



写真 B 最高 100MHz 出力の DDS AD9913 評価ボード

6 PIC18F14K50の PDIP 2個とSSOP 2個

(80名様, 提供 マイクロチップ・テクノロジー)



写真 D PIC18F14K50 (PDIP)

5 書き込み器 PICkit™3付き! 少ピンUSB PIC® MCU開発キット DV164139

(5名様, 提供 マイクロチップ・テクノロジー)



写真 C USB PIC MCU 開発キット DV164139

7 トラ技DDSスーパー・キット DDS-001T

(1名様, 提供 P板.com)



写真 E トラ技 DDS スーパー・キット DDS-001T
DDS 基板は付いておりません。

CQ出版社

第1章

周波数分解能 28 ビット!
夢の高性能発振器を手に入れたなら

DDS 付属基板でできること

登地 功 / 石井 聡 Isao Toji / Satoru Ishii

DDS とは… 周波数や波形を作り出す回路

DDS は、**Direct synthesis Digital Synthesizer** の頭文字を取ってできた用語です。信号をデジタル的に発生させる回路、狭義には正弦波をデジタル的に合成して発生させる回路のことで、日本語では「**デジタル直接合成発振器**」などと言います。

DDS の動作原理は複雑なものではなく、「デジタル的に正弦波を合成しようとしたときに、素直に考えればこうなる」という回路です。

写真 1-1 に、本書に付属している DDS 周波数シンセサイザ基板の外観を示します。

本書の DDS 付属基板でできること

① アンプ回路の動作テスト

自作したヘッドホン・アンプなどのアンプ回路の動作テストをすることができます。出力波形を測定するオシロスコープは入手できるかもしれませんが、もし入手できなくても、ヘッドホンやスピーカを接続して、音で確認することはできます。しかし、入力信号となる「信号源」はどうしても必要です。

この信号源として DDS 付属基板を使用することができます。周波数特性や振幅特性を確認することもできます(図 1-1)。

② 受信回路の製作

受信回路(短波帯以下、あるいは一部の超音波)では、受信した信号をいったん低い周波数に変換し、そこで A-D 変換や復調などの信号処理を行います。

このとき、受信信号の周波数を変換するには、局部周波数発振器と呼ばれる周波数発生装置が必要です。この信号源として DDS 付属基板が使用できます(図 1-2)。DDS は非常に安定した局部周波数信号を発生させることができるので、周波数ドリフトのない、安



写真 1-1 本書に付属する DDS 周波数シンセサイザ基板

定した受信回路が実現できます。

③ 電子部品の性能テスト

コンデンサの容量やコイルのインダクタンスは、既知の大きさをもつ素子と一緒に接続して、信号レベルを検出することで、その値を得ることができます。

この測定に DDS 付属基板が使えます(図 1-3。オプションのログ・アンプ基板が必要)。

非常に狭い周波数範囲で周波数特性が変化する、水晶振動子の共振周波数も、**1Hz 以下の周波数分解能をもつ** DDS 付属基板で適切に測定できます。

④ 受信機の感度チェックや周波数マーカ

受信機(短波帯以下)が、どれほどの感度を持っているかを知りたいこともあるでしょう。ここで DDS 付属基板が使えます。

オプションのアッテネータ基板と、DDS 付属基板を組み合わせて目的とする周波数を正確に発生させます。アッテネータの減衰量を変えていき、感度特性を測定します(図 1-4)。周波数シンセサイザ方式ではない受信機の場合は、DDS 付属基板を周波数マーカとして応用することもできます。

⑤ アナログ回路の周波数応答テスト

アナログ回路の実験基板などでは、周波数応答特性をチェックして、予定通りの性能が出ているかどうか

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

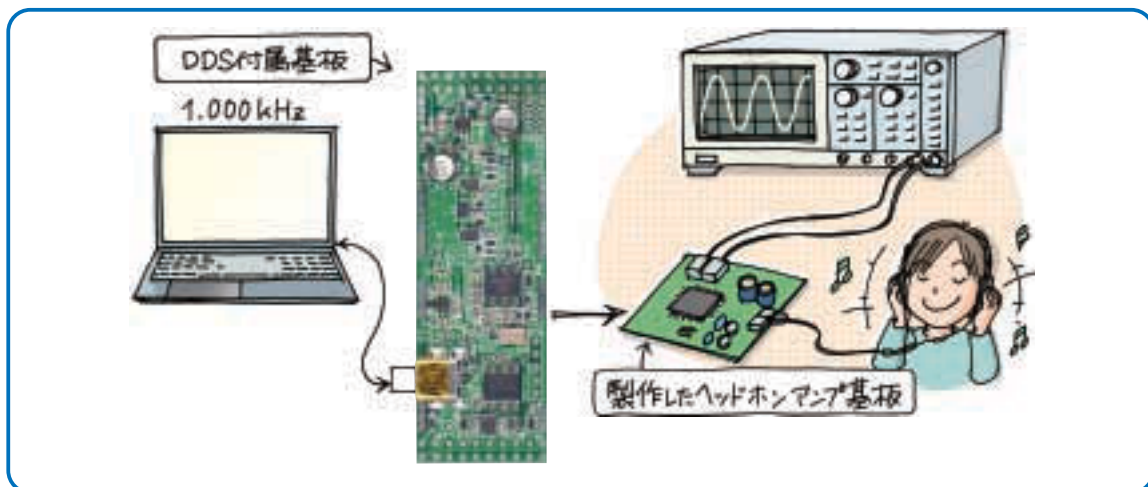


図 1-1 アナログ回路のテストに…

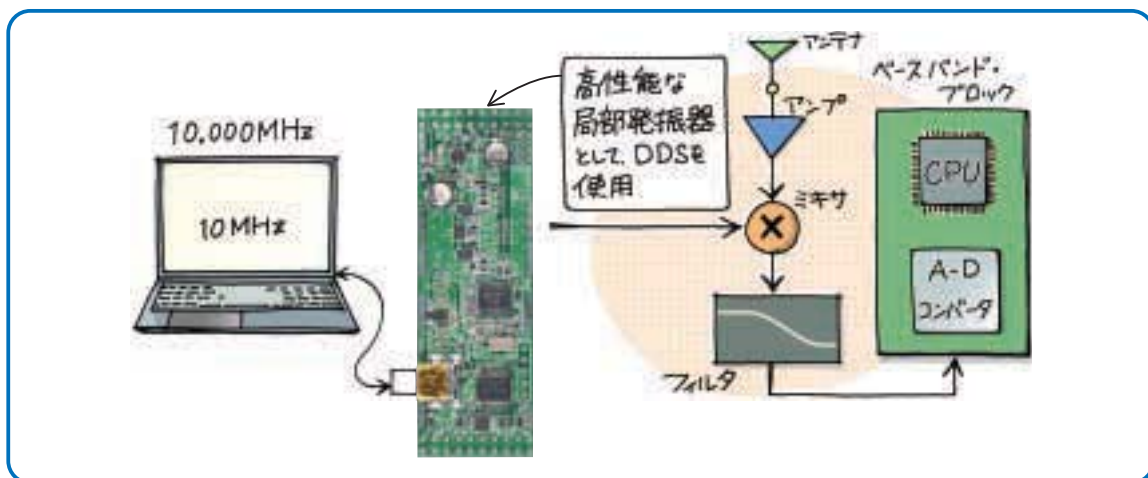


図 1-2 受信回路の信号源として…

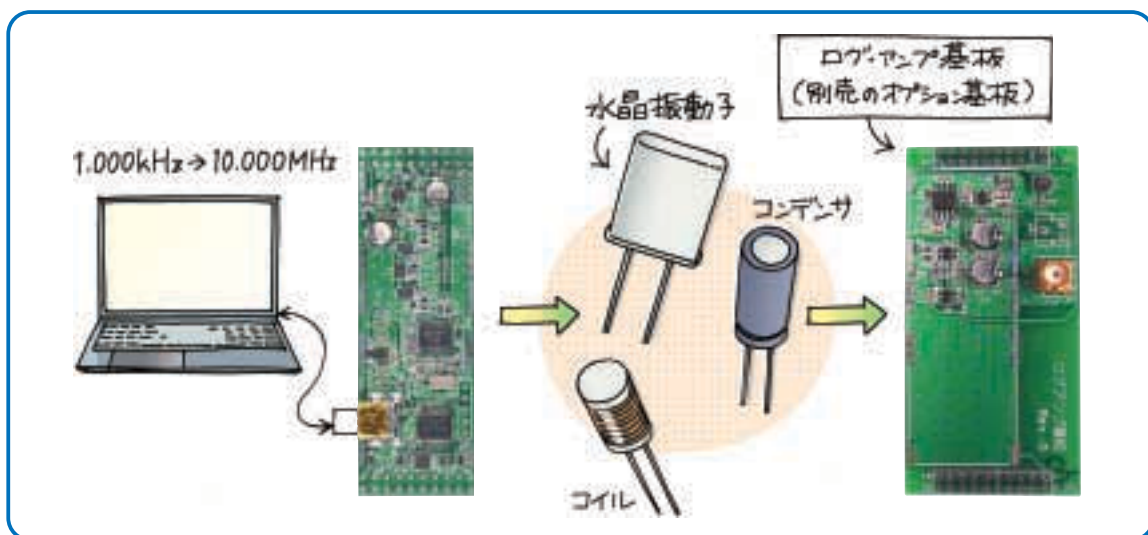


図 1-3 電子部品の性能テストに…

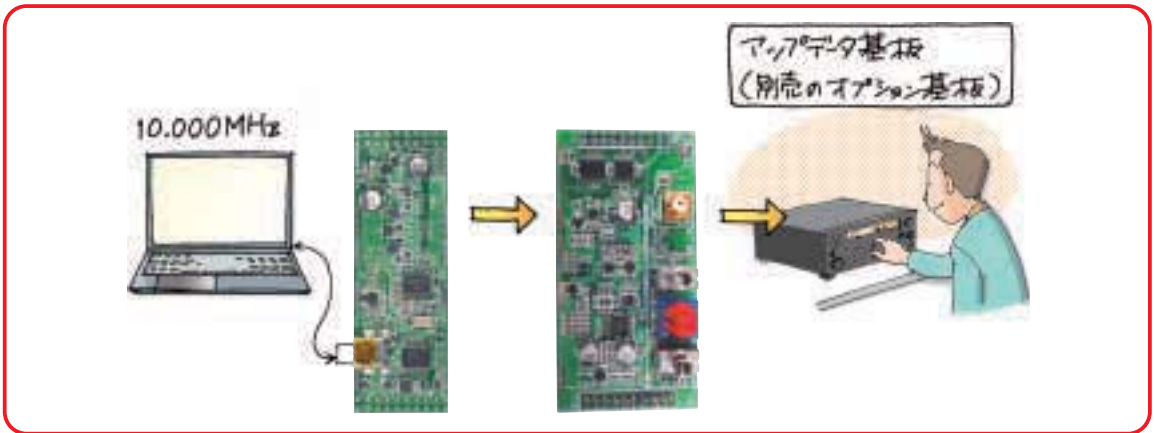


図 1-4 受信機の感度チェックに…

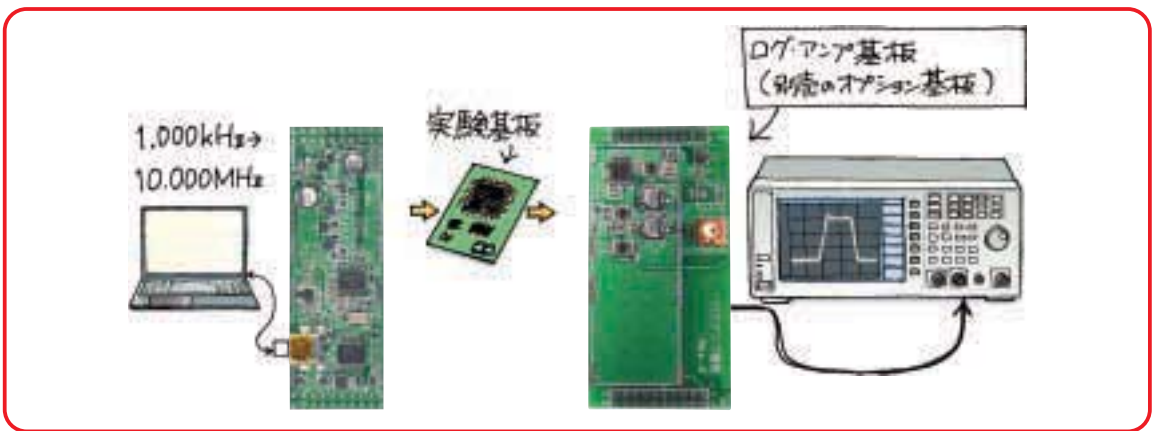


図 1-5 アナログ回路の周波数応答のチェックに…

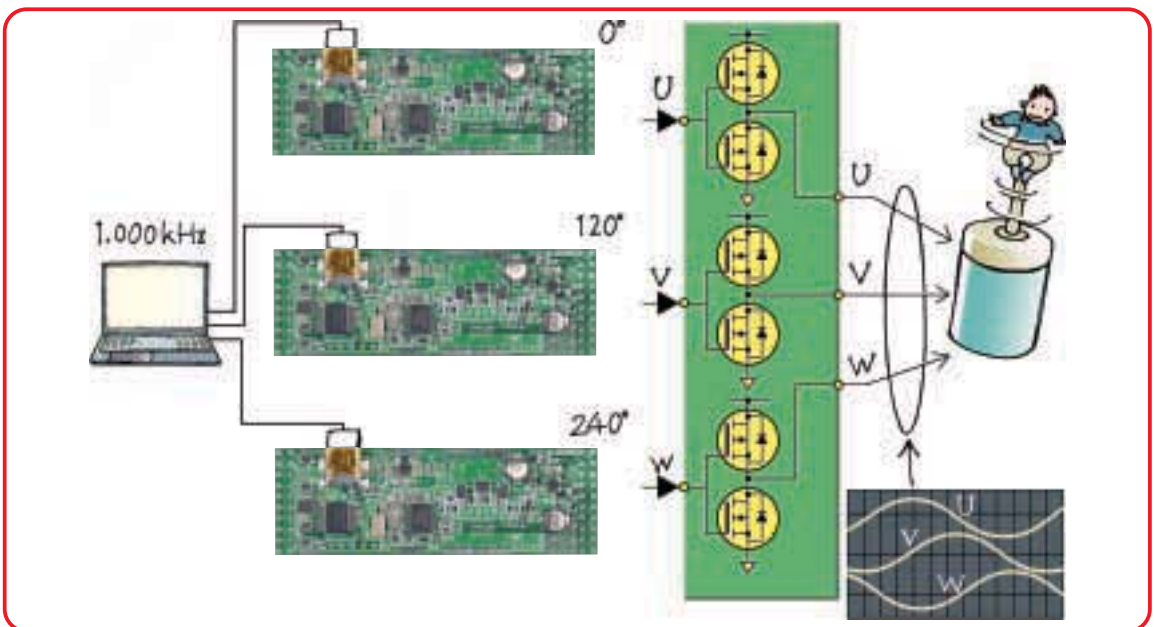


図 1-6 モータ駆動の実験に…

を確認することは非常に重要です。周波数応答をチェックすれば、そのアナログ回路で異常発振が生じる危険度などを予測することもできます。

ここでも DDS 付属基板が使えます (図 1-5)。ただし、オプションのアッテネータ基板を使って信号を減衰させ、実験基板を規定の振幅範囲で動作させて、さらにログ・アンプ基板で信号レベルを対数圧縮する必要があります。

⑥ モータ駆動の実験

三相同期モータを可変速で精密に速度制御したいこともあるでしょう。ここに DDS 付属基板が使えます。この場合は、DDS 付属基板が 3 枚必要です (図 1-6)。3 枚それぞれの信号出力位相を 120° ずつずらしてモータを制御しますが、DDS なら非常に正確な位相差を発生させることができます。3 枚の DDS 付属基板を同期させるための改造が必要ですが、スムーズな速度制御が実現できます。

〈石井 聡〉

デジタル周波数シンセサイザ DDS はここがいい!

電子回路で「シンセサイザ」といえば、一般的には周波数や波形を合成して作り出す回路のことを言います。よく知られているのは、PLL 周波数シンセサイザでしょう。図 1-7 に PLL 周波数シンセサイザのブロック図を示します。

これは基準周波数を分周した周波数と、出力周波数を分周した周波数を一致させるフィードバック系で

す。分周比を変えることで目的とする出力周波数を作り出す回路です。

このほかにも、いくつもの信号をミキサで合成することによって狙った周波数を作り出すシンセサイザもあります。

DDS は、目的とする信号のデジタル・データをデジタル回路で直接生成します。ただし、デジタル回路だけではアナログ信号を出力することはできませんから、最後に合成したデジタル信号をアナログ信号に変換する D-A コンバータが必要です。

図 1-8 に、DDS 周波数シンセサイザのブロック図を示します。

前述したように、DDS は信号発生回路の一つですが、ここで PLL や LC 発振器、水晶発振器などの信号発生回路と比較して、その特徴を整理してみます。

(1) 周波数安定度が高い

周波数の安定度が基準クロックの安定度で決まるところは、PLL シンセサイザと同じですが、DDS は基準クロックの周波数が安定している水晶発振器を使えば、水晶発振器と同じ周波数安定度が得られます (図 1-9)。

(2) 16～48 ビット! 周波数分解能が高い

設定できる周波数データは、16～48 ビットくらいです。ビット数を増やすことができるので、周波数分解能を非常に高くすることが可能で、数 m Hz から数 μ Hz で周波数を可変できます (図 1-10)。周波数設定レジスタが 48 ビットの DDS では、基準クロック周波数が 1GHz でも数 μ Hz の分解能で周波数を設定す

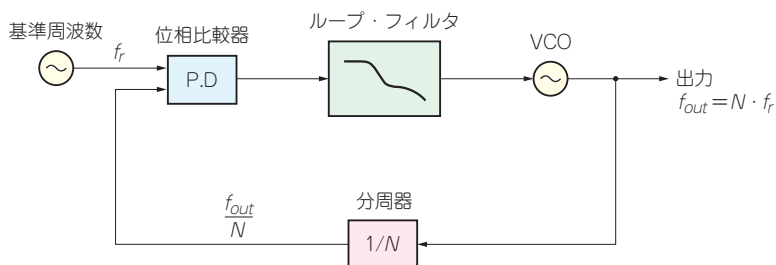


図 1-7 周波数シンセサイザといえば「PLL」が思い浮かぶかもしれないけれど…

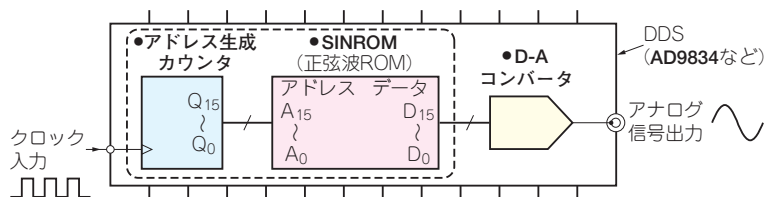


図 1-8 夢の周波数シンセサイザ「DDS」が誰でも使える時代になっている!

DDSが可能にしてくれること

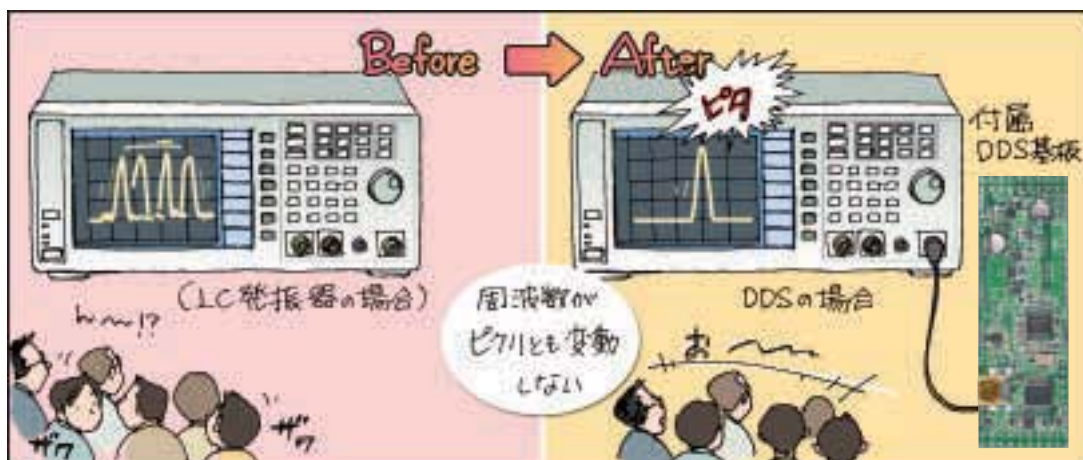


図 1-9 周波数安定度が高い



図 1-10 周波数分解能が高い

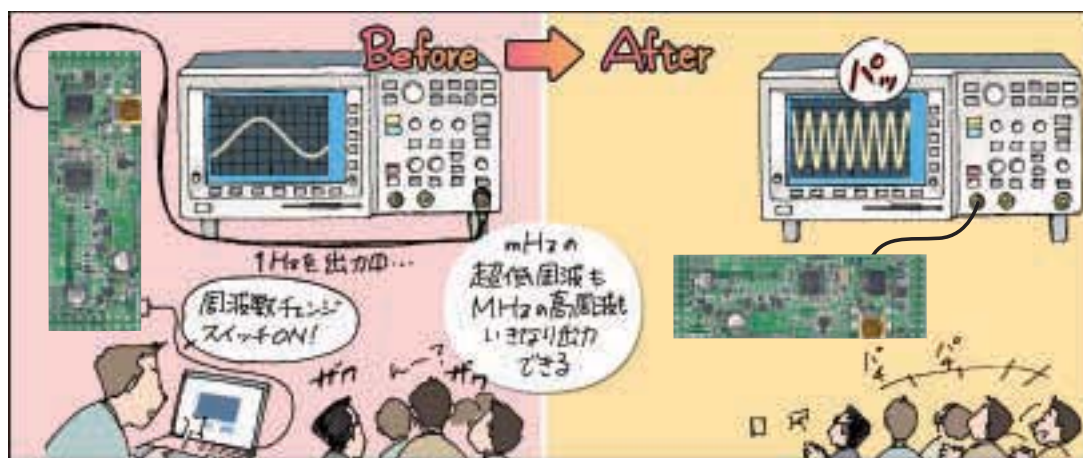


図 1-11 周波数の可変範囲が広い

DDSが可能にしてくれること

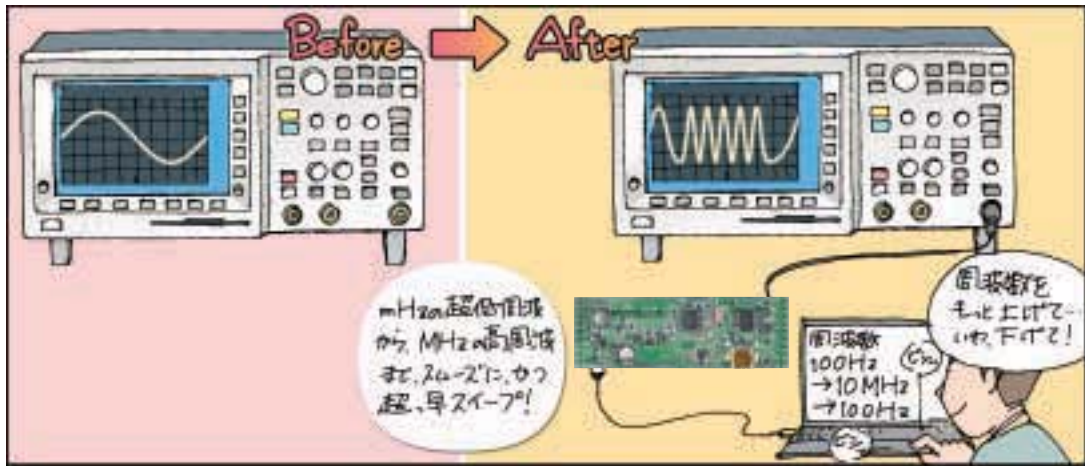


図 1-12 周波数の可変範囲が広い

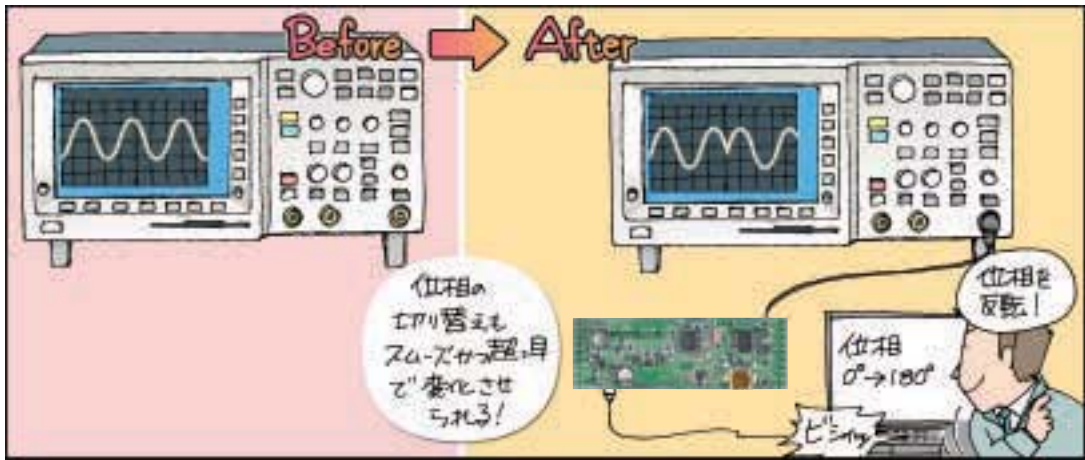


図 1-13 位相の切り替えが素早くできる

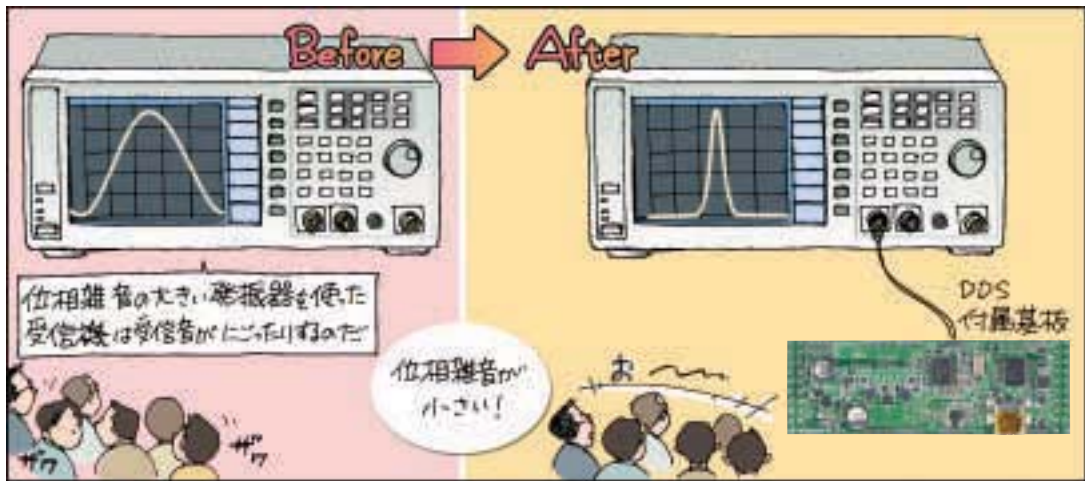


図 1-14 位相雑音が小さい

ることができます。

(3) 周波数の可変範囲が広い

PLLの場合、VCOによって発振可能な周波数範囲が決まってしまう、低い周波数が必要な場合には、分周するか周波数ミキサを使う必要があります。

DDSの最低出力周波数は周波数分解能と同じなので、MHzオーダの周波数から、mHzや μ Hzといった低周波を直接発生させることができます(図1-11)。

(4) 周波数の切り替えが素早くできて、信号に途切れがない

PLLは、周波数を変化させたときの応答がループ・フィルタの過渡応答特性で決まるので、瞬間的に周波数を切り替えることができません。また、周波数を切り替えたときにオーバーシュートが発生して、規定の周波数範囲からはみ出すことがあります。

DDSの場合は、周波数の切り替えは瞬間的で、波形は途切れず連続的に変化します(図1-12)。ただし、つなぎ目でスペクトルは少し広がります。

(5) 位相の切り替えが素早くできる

周波数と同様に、出力信号の位相も位相レジスタの

データを加算することで瞬間的に切り替えることができます(図1-13)。

(6) 位相雑音が小さい

PLLの場合、基準周波数とVCOの位相雑音の両方が出力信号の位相雑音に大きく影響します。DDSの場合、出力信号の位相雑音に影響するのは、基準クロック信号の位相雑音が支配的で、それ以外のデジタル系やD-Aコンバータの影響などは比較的小さくなります(図1-14)。

—*—

● 欠点もある…スプリアスやノイズがやや多い

DDSのスプリアスは、動作原理的に発生するものの他に、D-Aコンバータの非直線性で相互ひずみとして発生したり、クロックその他のデジタル系の漏れなどがあって、レベルは比較的大きくなります。

D-Aコンバータを使っていますから、SN比は理論的な量子化雑音レベルより良くなることはありません。したがって、不要なスプリアスやノイズを取り除くために、フィルタが重要です。

〈登地 功〉

見本

このPDFは、CQ出版社発売の「すぐ使える デジタル周波数シンセサイザ基板[DDS搭載]」の一部見本です。

内容・購入方法などにつきましては以下のホームページをご覧ください。

内容 <http://shop.cqpub.co.jp/hanbai/books/MTR/MTRZ201209.htm>

購入方法 <http://www.cqpub.co.jp/order.htm>



すぐ使える

夢の発振器誕生!

20MHzまで1Hzきざみでピターッ! ほしい波形が一発で!

デジタル周波数 シンセサイザ基板

[DDS搭載]