

# DDSダイレクトデジタル シンセサイザーキット

ウェルパイン社製新開発DDS用LSI採用。  
最高17.5MHzを出力。



ウエルバイン社製DDS-LSI使用

# DDS キット

ダイレクト デジタル シンセサイザ

## 【DDSキットの特徴】

- ★ウエルバイン社製新開発DDS用LSIを用いて、最高17.5MHzを出力します。  
(DDSクロック 70MHz時)
- ★最小分解能はクロック67.108864MHz ( $2^{26}$ Hz) 入力時には1Hzステップ。  
これをPLLで実現するにはかなり複雑になります。  
本キットは評価用に16MHzのクリスタルが付属していますので最小分解能は約0.2384Hz
- ★出力周波数の設定はパラレル、シリアル両対応ですのでオンボードディップスイッチによる、スタンドアロン動作から、AK180やPICマイコン、コンピューター等でのコントロールが可能です。
- ★従来のPLL方式と比較して周波数の切り換えが数10ナノ秒以下と非常に高速です。
- ★出力波形は10ビット分解能のD/Aコンバータ構成でオーディオから高周波帯域まで使用可能です。特に低周波域では綺麗なサイン波が得られます。
- ★高速位相比較器 ( $f_{max} = 20\text{MHz}$ ) を内蔵していますので高分解能のPLLを簡単に構成できます。
- ★電源：+5V単一、200mA程度とれる安定化されたものを用意してください。

## 【製作の前に】

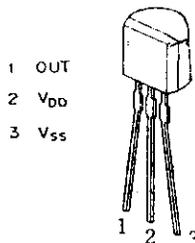
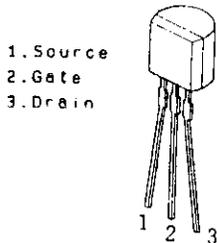
本キットに付属のパーツは評価用に選定されたものであり、実際には使用目的に応じて定数を変更する必要があります。具体的には大きく分けて無線などの高周波領域、オーディオ等の低周波領域の2通りが考えられますが、本キットでは高周波向けのセットになっています。詳細は後述しますが、最後までこのマニュアルを読破してから製作に取り掛かってください。

本キットは使用用途に応じてパラレル及びシリアルコントロールモードが選択できます。オンボードディップスイッチ設定でスタンドアロン動作させる場合はパラレルモード、マイコンなどで外部からコントロールする場合はシリアルモードの設定で製作します。設定の切り換えはジャンパーピンで行ないます。

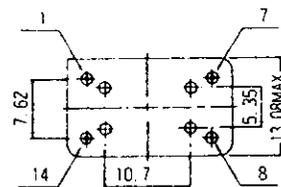
# 【DDSキット パーツリスト】

部品名		個数	備考
<基板> AE-DDS基板本体		1	DDS (U1), D/A (U2)実装済
<半導体> S8054 2SK125	U3 Q1	1 1	リセットIC FET
<オシレータ> 16MHz	X1	1	評価用 オシレータ
<コンデンサ> 10 $\mu$ F 1 $\mu$ F 470pF 1000pF	C10, 11 C1~7 C12, C15 C8, C9, C13, C14	2 7 2 4	電解 積層セラミック (0.33~1.5 $\mu$ F) セラミック セラミック
<コイル> 1 $\mu$ H	L1~3	3	マイクロインダクタ
<抵抗> 10 $\Omega$ 100 $\Omega$ 1k $\Omega$ 1.5k $\Omega$ 10k $\Omega$ 100k $\Omega$ 集合抵抗 (10k $\Omega$ )	R17 R18 R16 R15 R1~14 R19, R20 RA1~3	1 1 1 1 14 2 3	1/8W型 " " " " " " 8素子内蔵タイプ
<その他の部品> DIPスイッチ	SW1~3	3	8回路入タイプ

2SK125



オシレータ

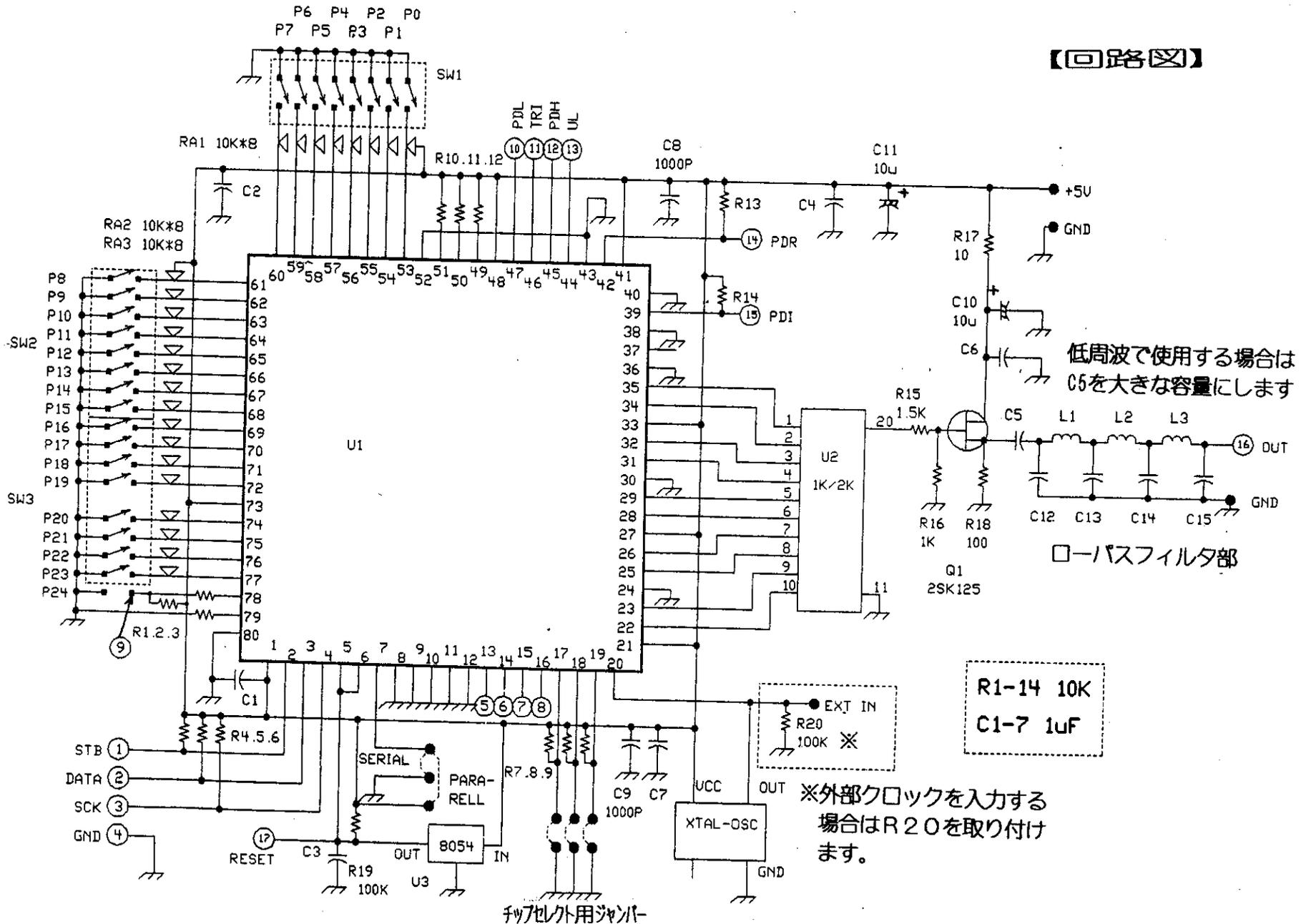


BOTTOM VIEW

1: NC

7: GND  
8: OUTPUT  
14: +DC

【回路図】



低周波で使用する場合は  
C5を大きな容量にします

ローパスフィルタ部

R1-14 10K  
C1-7 1uF

※外部クロックを入力する  
場合はR20を取り付け  
ます。

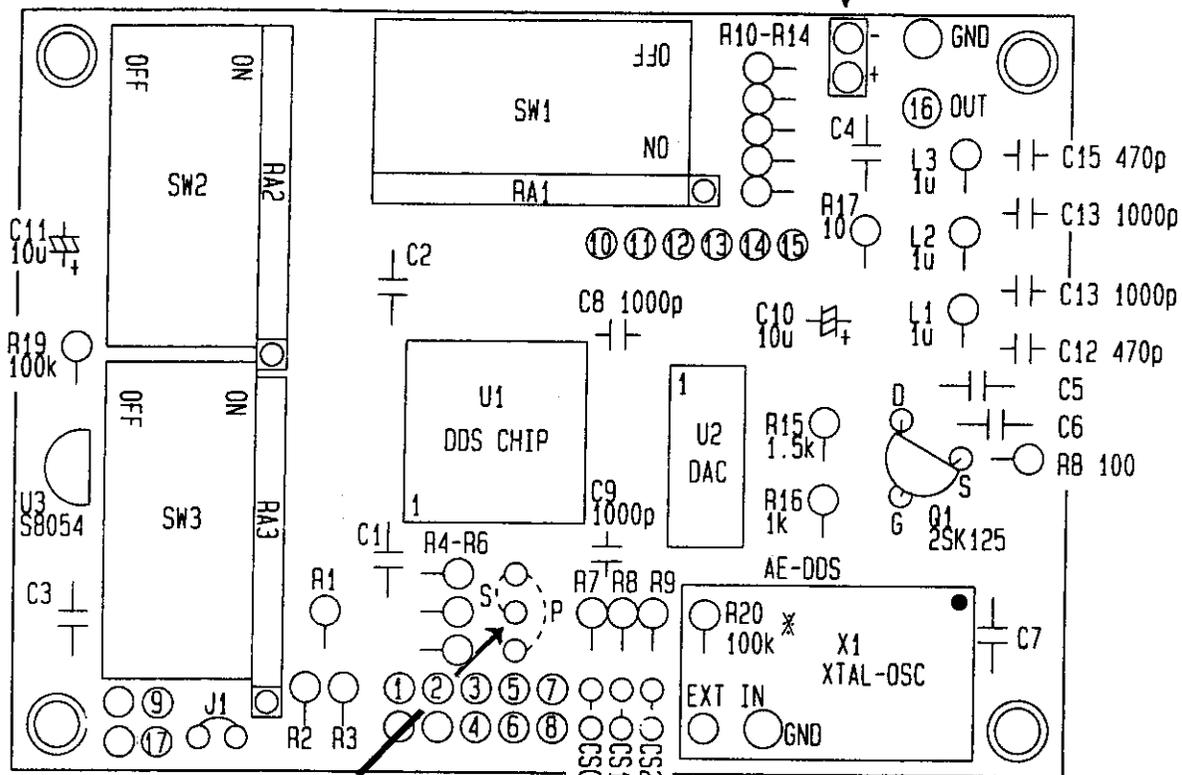
チップ外用ジャンパー

【部品配置図】

R1~R.14 10kΩ

C1~C7 1μF

↓電源入力



シリアル/パラレル設定ジャック

マイク外部用ジャック

\*外部加ック入力時取付

【基板端子の名称】

番号	名称	機能	番号	名称	機能
①	STB	シリアル入力 ストップ DST	⑨	P24	パラレル入力 24
②	DATA	シリアル入力 データ DDT	⑩	PDL	位相比較出力 (遅時H)
③	SCK	シリアル入力 クロック DCK	⑪	TRI	位相比較トライステート出力
④	GND	シリアル入力 グランド	⑫	PDH	位相比較出力 (遅時L)
⑤	PO1	汎用パラレル出力1	⑬	U. L	アンロック出力
⑥	PO2	汎用パラレル出力2	⑭	PDR	基準位相入力
⑦	PO3	汎用パラレル出力3	⑮	PDI	位相比較器信号入力
⑧	PO4	汎用パラレル出力4	⑯	OUT	DDS 信号出力
			⑰	RESET	外部リセット入力

## 【製作手川頁】 部品配置図および、回路図参照

### <各モード共通事項>

ディップスイッチを除く全ての部品を取り付けてください。各部品とも極力足を短く取り付けます。X'talオシレータ(X1)はシルク印刷のマーク印●が1番ピンになります。ジャンパー(J1)が1箇所あります。シリアルモード、パラレルモード問わず抵抗、コンデンサ類は全て取り付けます。

出力はOUT端子、電源は電源端子です。良質の安定化された5Vを使用してください。

### <パラレルモード>

☆ディップスイッチを取り付けます。シリアル/パラレル設定ジャンパーのパラレル側(P)をジャンパー接続します。

☆チップセレクト用ジャンパー3箇所(部品配置図CS0~3)はGNDに接続するか、オープン(プルアップ済)にします。

☆シリアル入力(部品配置図①②③)は、そのまま何も接続しません。(プルアップ済)

ジャンパ(J1)を取り去り、ディップスイッチ(SW3)の代わりに9ピンのディップスイッチを取り付け、部品配置図⑨P24入力を使用すれば一応、X'talオシレータ(X1)の1/2までの周波数を発振できます。

### <シリアルモード>

☆P0~P25のパラレル入力は全て出力となりますのでディップスイッチは取り付けません。取り付けがある場合は必ず全ての(24ヶ)のスイッチをOFFにしてください。シリアル/パラレル設定ジャンパーのシリアル側(S)をジャンパーします。

☆使用するデバイス番号をチップセレクト端子(CS0~CS2)で設定します。詳細は技術資料をご覧ください。なお基板上でプルアップされていますので、オープンで(1)、ジャンパー接続で(0)GNDです。

☆シリアル入力端子にマイコンからの信号線を入力します。詳細は技術資料をご覧ください。

### 【注意事項 この注意事項は、必ず守ってください。】

- 1 シリアル、パラレルモードのジャンパーは、どちらか必ず1本行なってください。
- 2 シリアル、パラレルモードの切り換えは必ず電源を切った状態で行なってください。
- 3 クロック入力、位相比較器入力、シリアル入力等入力ピンに信号を入力する場合DDSLSIにVCCを加えた後に、入力します。(同時は可)  
また、信号入力は、GND~VCCまでとします。
- 4 使用の際、DDSチップ、及びD/Aコンバータチップに触ったりすると不要輻射が出力端子にあらわれます。特に無線器等にそのまま使用する場合は電波の質にかかわることがありますので注意してください。

### 【位相比較器について】

本キットはPLLを構成するための位相比較器入出力端子が設けてあります。未使用時、部品配置図⑭PDR、⑮PDIはGNDに接続するか、オープン(プルアップ済)にします。接続、および使用方法は技術資料をご覧ください。

## 【AKI-DDSの使用法】

DDSの詳しい動作説明や、応用は他の文献に譲り、ここではあくまでも周波数を発生する方法を紹介します。あとの応用はあなた次第です。なお、シリアルモードの場合は技術資料をご覧ください。

### 《周波数の算出方法》

$$f_{out} = f_{osc} / 2^{26} \times D$$

$f_{osc}$  : 基準周波数 (16MHz : 評価用クリスタルオシレータ)  
D : 設定値

Dはディップスイッチで2進で設定します。DEC-HEX変換電卓などがあると便利。

SW1-1番 : $2^0$	SW1 : $2^0 \sim 2^7$	ディップスイッチは下位ビットから
SW2-1番 : $2^8$	SW2 : $2^8 \sim 2^{15}$	SW1, SW2, SW3の順序で並
SW3-1番 : $2^{16}$	SW3 : $2^{16} \sim 2^{23}$	んでいます。(左図参照)

※ディップスイッチはONでGNDに接続しますので(0)、OFFで(1)となります。

これより最小ステップ周波数は  $f_{osc} / 2^{26}$  であることがわかります。

評価用16MHzでは

$$16000000 [\text{Hz}] / 67108864 = 0.238419 [\text{Hz}]$$

ちょっと中途半端な数字ですが、基準オシレータに2のn乗のものを使用すれば割きりの良い周波数になることがわかります。

### <発振例1 ~低周波~>

各ディップスイッチ(SW1~3)を全てオンにして、ディップスイッチ(SW2)の5番のみをオフにしてみてください。

$$16\text{M} / 2^{26} \times 2^{12}(=4096) = 976.5625 [\text{Hz}]$$

出力端子からは約1kHzの音声が出力されるはずですが、オーディオアンプ等適当なもので確認してみましょう。

※低周波帯域において、カップリングコンデンサC5は小さいので大きい容量のコンデンサを使用します。

## <発振例2 ~高周波~>

ディップスイッチ(SW3)の6, 7, 8番のみをオフにしてください。(他はオン)

$$16\text{M} / 2^{26} \times (2^{21} + 2^{22} + 2^{23}) = 3.5 [\text{MHz}]$$

周波数カウンタなどで3.5MHzを表示すると思います。ここで3.5MHzSSBを受信できる無線器をお持ちの方はCWモードで3.5MHz付近を受信してください。ピーというビート音が聞こえると思いますが、ここでディップスイッチ(SW1)の設定を替えるビート音の周波数が変わるのがわかると思います。

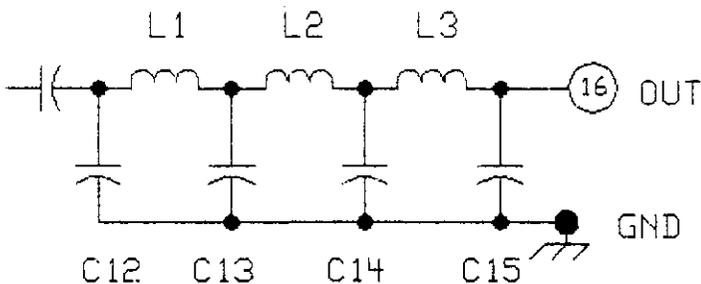
## 【外部機器とDDSの接続】

☆DDS出力は部品配置図⑯OUT端子です。同軸ケーブルで接続します。隣に大きなGND端子が設けてありますのでシールド部分の接続には便利です。

☆外部クロック入力(EXT IN端子)を使用する場合は、基板上にX'talオシレータ(X1)は取り付けず、R20を取り付けて使用してください。やはり同軸ケーブル等で接続します。

## 【ローパスフィルタの設定】

D/Aコンバータの出力の後には2SK125からなるソースフォロアのバッファアンプ回路が入り、3次のπ型ローパスフィルタにより基本波(出力周波数)の高次を除去しています。本評価用キットでは16MHzのクリスタルを使用し、一応基準周波数の1/2(=8MHz)まで発振できることからカットオフ周波数 $f_c$ を8MHzで設計しております。使用する周波数内で新たにフィルターを製作することをお薦めします。

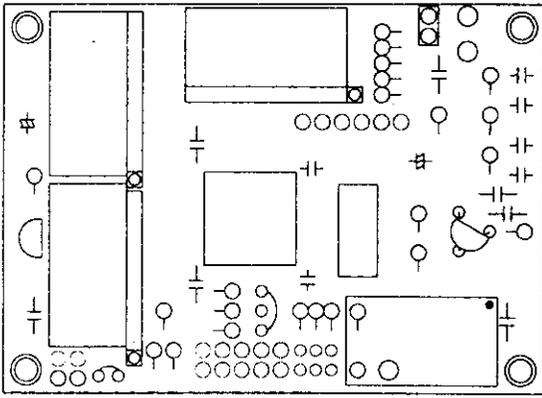


《算出方法》

$$L1 = L2 = L3 = Z / 2\pi f_c \approx 1 [\mu\text{H}]$$

$$C12 = C13 / 2 = C14 / 2 = C15 = 1 / 2\pi f_c Z \approx 398 [\text{pF}] \quad (470\text{pF})$$

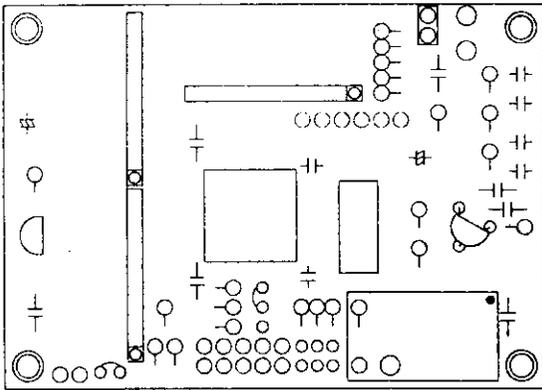
※但し、 $Z = 50 [\Omega]$ ,  $f_c = 8 [\text{MHz}]$ とする。



【パラレルモード】

シリアル/パラレル設定ジャンパー P 接続しない  
 チップセレクト用ジャンパー 接続しない  
 シリアル入力端子 接続しない

SW3を9ピンタイプにすることにより基準オシレータの1/2まで発振可



【シリアルモード】

シリアル/パラレル設定ジャンパー S 任意に接続  
 チップセレクト用ジャンパー 任意に接続

ディップスイッチは取り付けません。  
 取り付けた場合は必ずOFFの事。  
 →デバイスを破壊してしまいます。

AKI-DDSキット  
 製作マニュアル

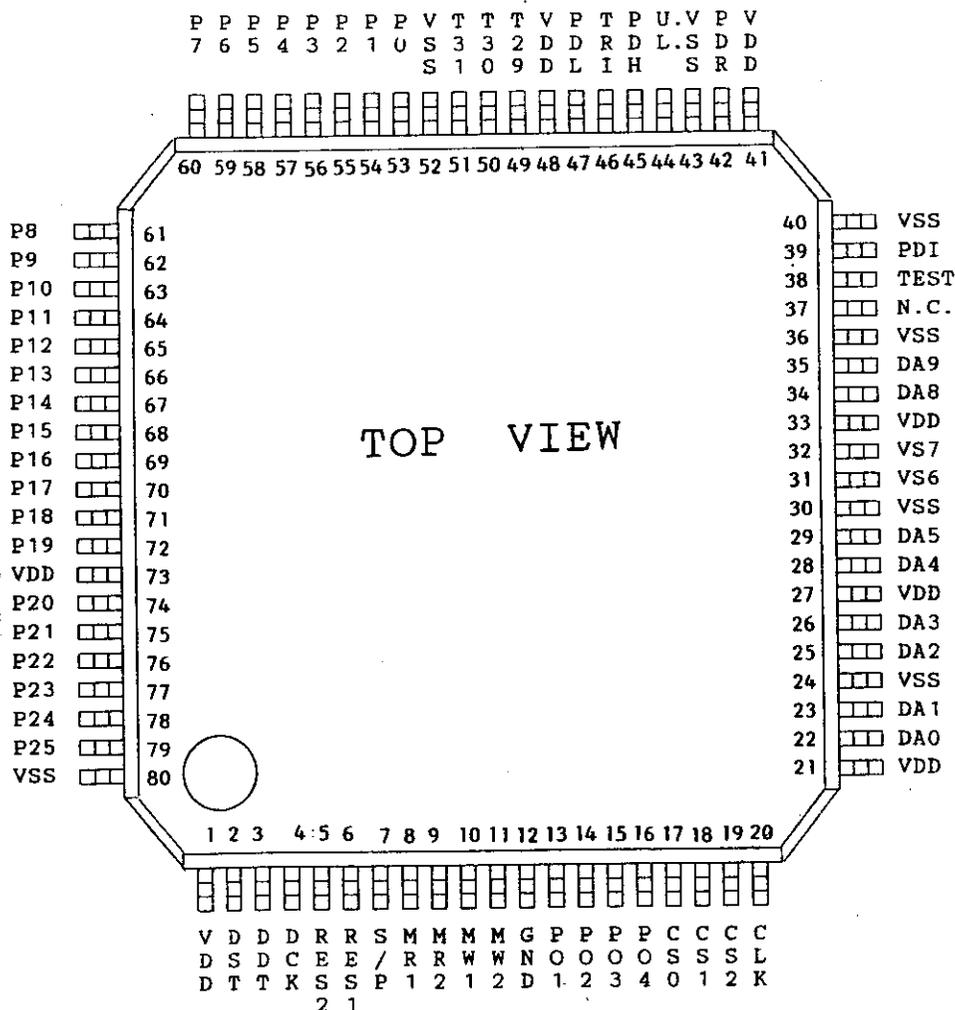
ご質問は往復ハガキまたは返信用切手同封のうえで  
 お願いします。 ☎158 東京都世田谷区瀬田5-35-6

1996. 2. 10 (株)秋月電子 Jふえ, KAKE  
 Circuit board designed by WELLPINE COMMUNICATIONS CO., LTD.

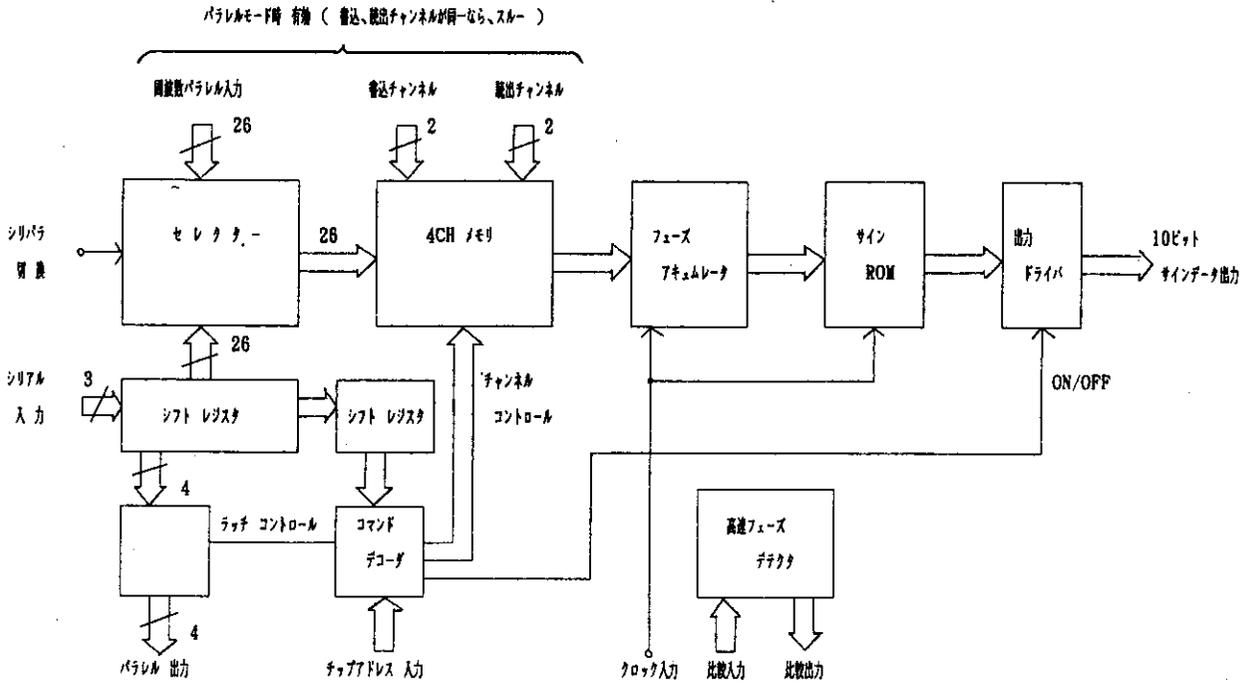
DDS-LSI用途及び仕様

【仕様】

1	最高クロック周波数：70MHz保証
2	出力周波数：DC～17.5MHz
3	1Hzステップ分解能（クロック67.108864MHz時）
4	80ピン QFP（小型パッケージ）
5	4値までのFSK用メモリー切り替えが可能
6	周波数コントロールは、シリアル入力、パラレル入力どちらでも可能
7	単独の高速度相比較器を内蔵（最高20MHzまで）
8	10ビットD/Aコンバータに対応
9	シリアル入力モード時、4ビットの汎用出力ポートに、シリアルにてデータ出力が可能
10	シリアル入力モード時、8個まで共通データラインにてコントロールが可能
11	寸法 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ プラスティックパッケージ部：12×12（m/m）</li> <li>・ リードを含めた最大寸法：14×14（m/m）</li> <li>・ リードピッチ：0.5（m/m）</li> <li>・ パッケージ厚さ：1.85（m/m）</li> </ul>
12	動作電圧：5V±10%
13	動作電流：TYP. 76mA（クロック70MHz時）



# WELLPINE DDSチップ ブロックダイアグラム



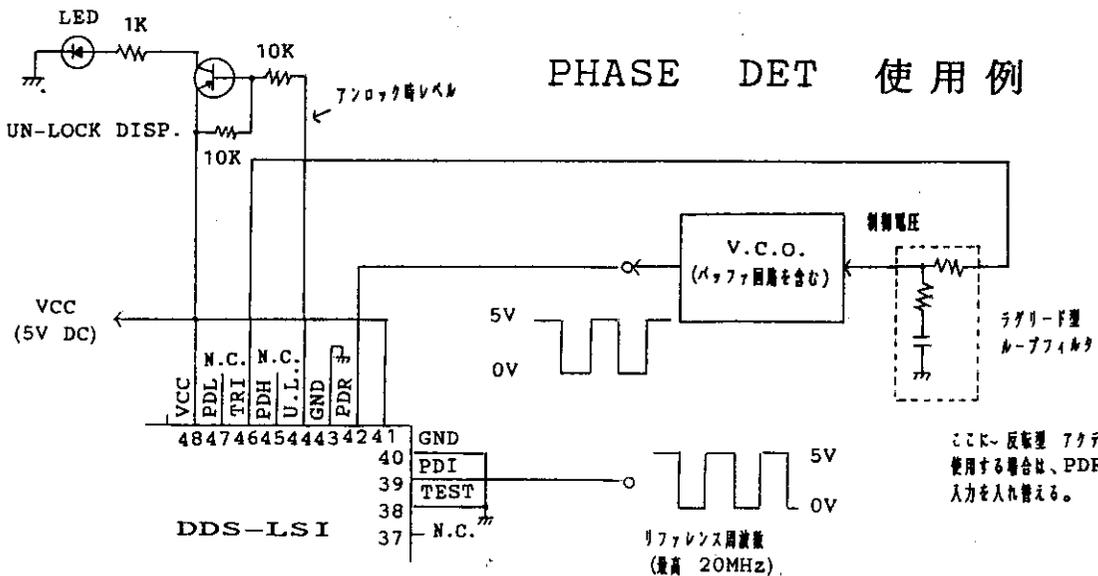
DDS-LSIは、シリアルモード時には、コマンドにて1~4CHまでのメモリーに、書き込み、読み出しが単独又は、連動して行えます。

例えば、1CHに書き込んで、それと同時に1CHを読み出すコマンド(コマンドC)を使えば、書き込んだ周波数が直ちに出力されます。

1CHを読み出しに指定しておき(コマンド8)、2CHに周波数を書き込む(コマンド5)と、出力は1CHの周波数のまま変化しません。

このメモリーを利用すると、1~4CHまでに予め異なる周波数を書き込んでおき、読み出すメモリーを変えることにより、FSKなどに使用できます。

また、出力を止めたいときには、DA-OFFのコマンド(コマンド0)を、出力を再開したいときには、DA-ONのコマンド(コマンド1)で可能です。



DDS IC ピンファンクション

ピンNo.	名称	機能
1	VDD	+5V 入力
2	DST	シリアル入力用 ストロープ入力
3	DDT	シリアル入力用 データ入力
4	DCK	シリアル入力用 クロック入力
		シリアル入力時に マイコンでコントロール。
5	RES2	Lレベルでリセット (フェーズアキュムレータ以外のリセット)
6	RES1	Lレベルでリセット (フェーズアキュムレータのみのリセット)
7	S/P	Lレベルでシリアル入力モード
8	MR1	メモリーリードアドレス1
9	MR2	メモリーリードアドレス2
		パラレル入力時のリードするメモリー をセレクトする入力。(1~4CH)
10	MW1	メモリーライトアドレス1
11	MW2	メモリーライトアドレス2
		パラレル入力時のライトするメモリー をセレクトする入力。(1~4CH)
12	VSS	GND
13	P01	汎用パラレル出力1
14	P02	汎用パラレル出力2
15	P03	汎用パラレル出力3
16	P04	汎用パラレル出力4
		シリアル入力コマンドでセット可。
*17	CS0	チップセレクト0
*18	CS1	チップセレクト1
*19	CS2	チップセレクト2
		0~7までセット可。 シリアル入力のアドレスと一致した時 のみ、シリアル入力は有効。
20	CLK	クロック入力 X' TAL OSCの出力を入力する。
21	VDD	+5V
*22	DA0	DA出力0 (LSB)
*23	DA1	DA出力1
24	VSS	GND
*25	DA2	DA出力2
*26	DA3	DA出力3
27	VDD	+5V
*28	DA4	DA出力4
*29	DA5	DA出力5
30	VSS	GND
*31	DA6	DA出力6
*32	DA7	DA出力7
33	VDD	+5V
*34	DA8	DA出力8
*35	DA9	DA出力9 (MSB)
36	VSS	GND
37	N. C	ノンコネクト
38	TEST	GNDにする。
39	PD1	位相比較器信号入力
40	VSS	GND
41	VDD	+5V

ピンNo.	名称	機能
42	PDR	位相比較器 基準位相入力
43	VSS	GND.
44	UL	アンロック 出力 アクティブ L
45	PDH	位相比較出力 (PDI入力 進相時 H)
46	TRI	位相比較 トライステート 出力 (PDI入力 進相時 H)
47	PDL	位相比較出力 (PDI入力 遅相時 H)
48	VDD	+5V
49	TEST29	パラレルモード時にはGNDにする。シリアルモード時はオープン。
50	TEST30	パラレルモード時にはGNDにする。シリアルモード時はオープン。
51	TEST31	パラレルモード時にはGNDにする。シリアルモード時はオープン。
52	VSS	GND
*53	P0	パラレル入力0 (LSB)
*54	P1	パラレル入力1
*55	P2	パラレル入力2
*56	P3	パラレル入力3
*57	P4	パラレル入力4
*58	P5	パラレル入力5
*59	P6	パラレル入力6
*60	P7	パラレル入力7
*61	P8	パラレル入力8
*62	P9	パラレル入力9
*63	P10	パラレル入力10
*64	P11	パラレル入力11
*65	P12	パラレル入力12
*66	P13	パラレル入力13
*67	P14	パラレル入力14
*68	P15	パラレル入力15
*69	P16	パラレル入力16
*70	P17	パラレル入力17
*71	P18	パラレル入力18
*72	P19	パラレル入力19
73	VDD	+5V
*74	P20	パラレル入力20
*75	P21	パラレル入力21
*76	P22	パラレル入力22
*77	P23	パラレル入力23
*78	P24	パラレル入力24
*79	P25	パラレル入力25 (MSB)
80	VSS	GND

\* CS0~CS2は、パラレルモード時は全てGNDにつなぐ。

\* DA0~DA9は、DAコンバータへつなぐ。

\* パラレル入力P0~P25は、パラレル入力モード時のみ有効。シリアルモード時は、浮かして おくこと。

【 コマンド表 】

コマンド	動作
0	DDS-LSIの出力をOFFする。
1	DDS-LSIの出力をONする。(リセット直後は出力OFF)
2	未使用
3	P1~P4に、4ビットデータを出力。(データ部のMSBから4ビット)
4	メモリー1CHに、26ビットの周波数データを書き込む。
5	メモリー2CHに、26ビットの周波数データを書き込む。
6	メモリー3CHに、26ビットの周波数データを書き込む。
7	メモリー4CHに、26ビットの周波数データを書き込む。
8	メモリー1CHの、周波数データをDDS出力とする。
9	メモリー2CHの、周波数データをDDS出力とする。
A	メモリー3CHの、周波数データをDDS出力とする。
B	メモリー4CHの、周波数データをDDS出力とする。
C	メモリー1CHに、23ビットの周波数データを書き込みこれを出力する。
D	メモリー2CHに、26ビットの周波数データを書き込みこれを出力する。
E	メモリー3CHに、26ビットの周波数データを書き込みこれを出力する。
F	メモリー4CHに、26ビットの周波数データを書き込みこれを出力する。

注1

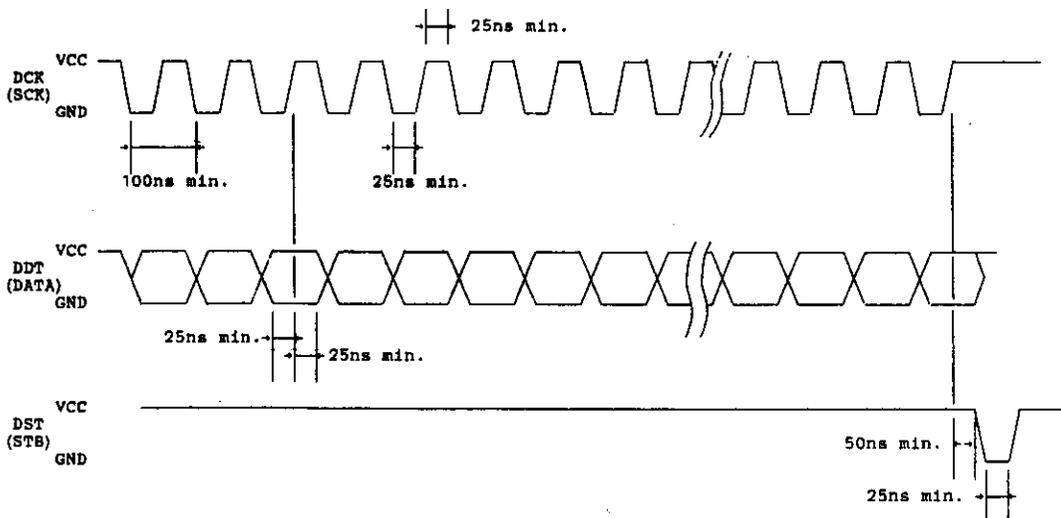
注2

注1

注1 データ部ビット0 (LSB)~ビット25 (MSB) には、タミーデータ (0は1) を入れる

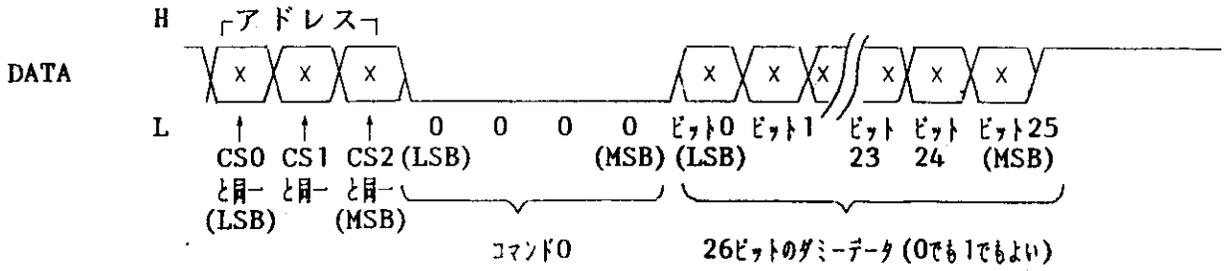
注2 データ部ビット0 (LSB)~ビット21 には、タミーデータ (0は1) を入れる

TIMING DIAGRAM

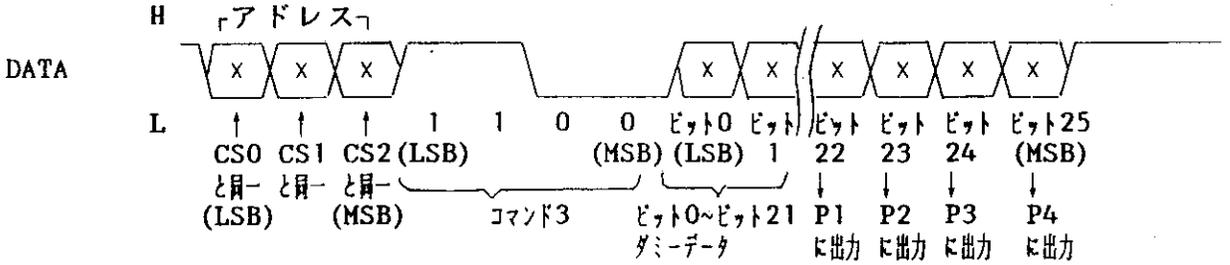


# シリアルデータ例

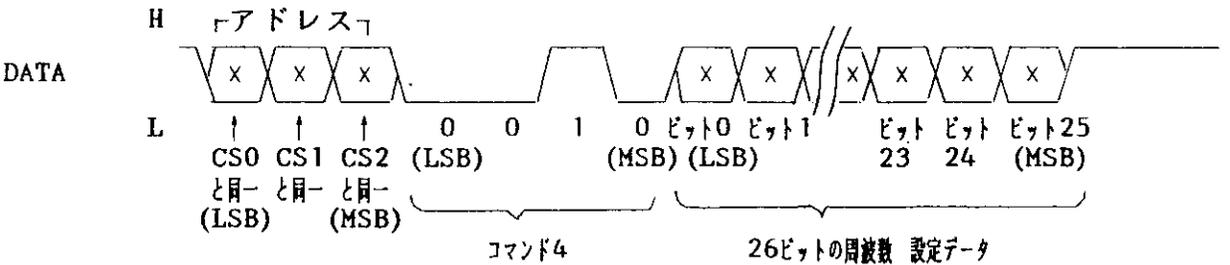
コマンド 0 ( DDS出力を OFF )



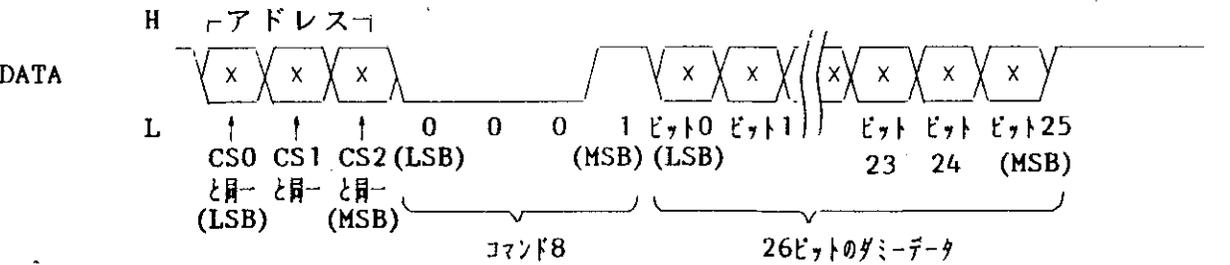
コマンド 3 ( P1~P4に、4ビット データを出力する。)



コマンド 4 ( メモリー 1 CHに、26ビットの周波数データを書き込む。)

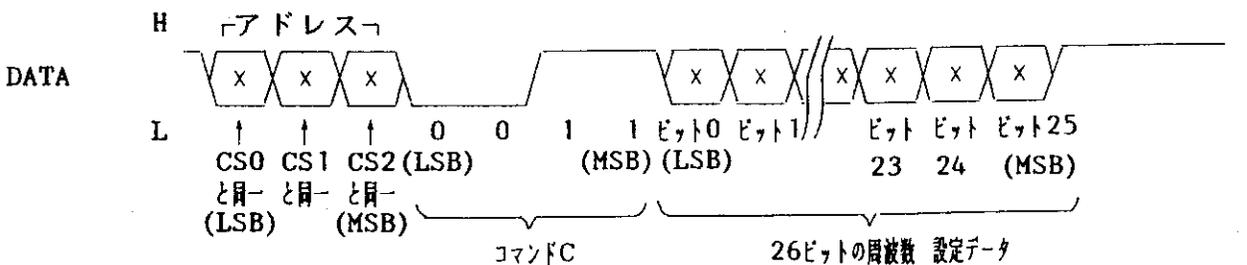


コマンド 8 ( メモリー 1 CHの、周波数データをDDS出力とする。)



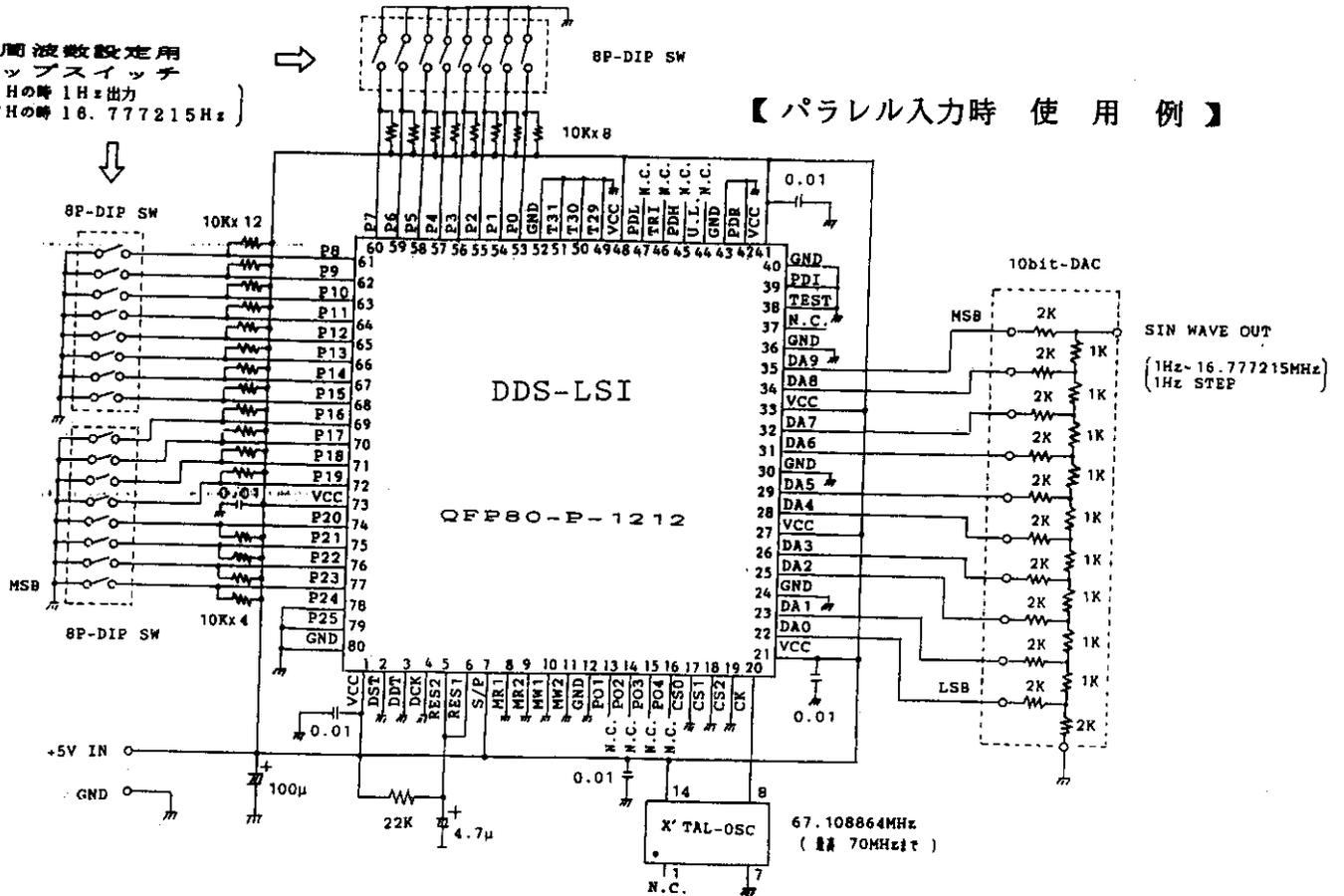
コマンド C

( メモリー 1 CHに、26ビットの周波数データを書き込み、同時に出力する。)

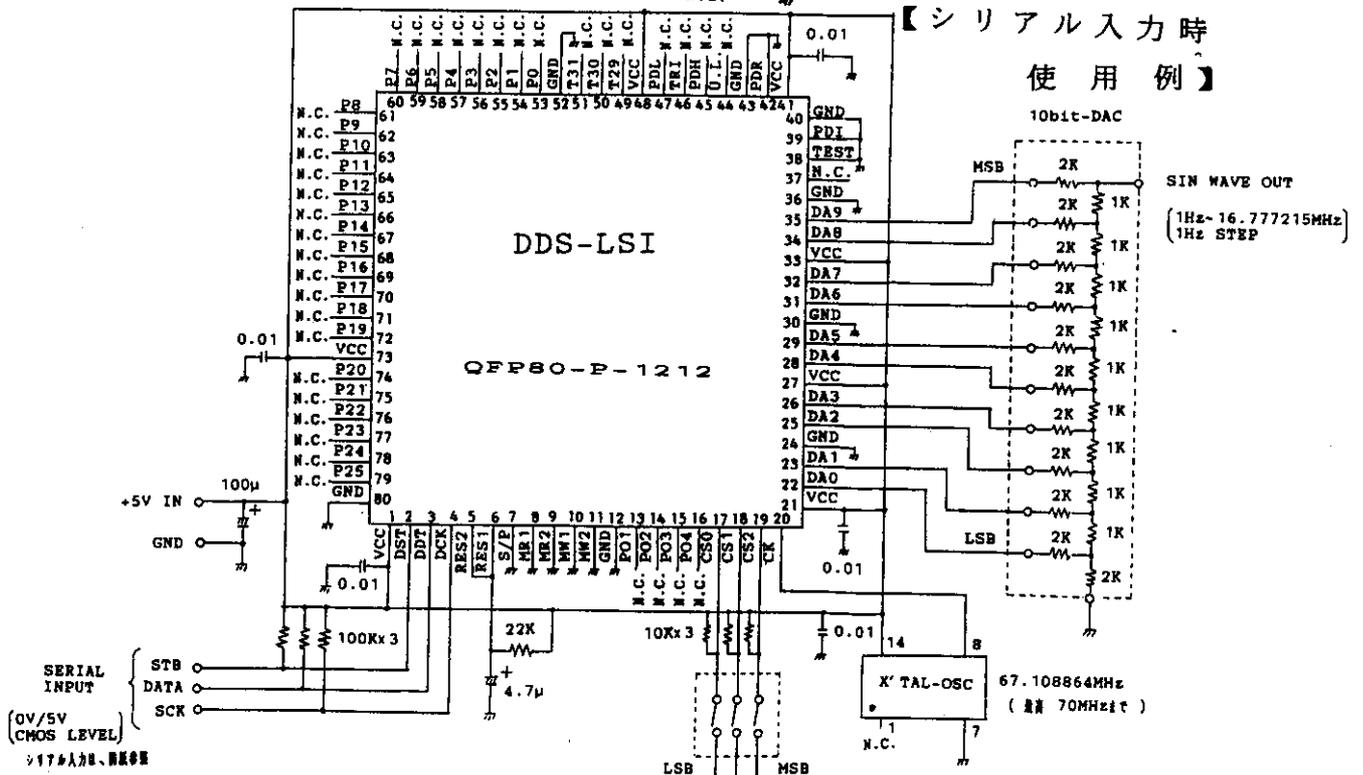


出力周波数設定用  
ディップスイッチ  
{ 00001Hの時 1Hz出力  
FFFFFFFHの時 16.777215Hz }

【パラレル入力時 使用例】



【シリアル入力時  
使用例】



※17#入力、周波数

【注意事項 この注意事項は、必ず守ってください。】

- 1 シリアル、パラレルモードの設定は、どちらか必ず設定する事。
- 2 シリアルモード時には、P0~P25のパラレル入力は、出力に切り替わるので、この26本を、VCCやGNDに直接接続しない事。10KΩプルアップは可。
- 3 シリアルモード時 チップセレクト3本は、VCCには直接接続しないこと。  
VCCに、10KΩプルアップするか、GNDに接続すること。
- 4 パラレルモード時、3本のシリアル入力は、VCCに、10KΩプルアップすること。
- 5 パラレルモード時、3本のチップセレクト入力は、VCCに、10KΩプルアップするか、GNDに接続すること。
- 6 位相比較器入力 PDRとPDIは未使用時はVCCに10KΩプルアップするか、GNDに接続すること。
- 7 クロック入力、位相比較器入力、シリアル入力等入力ピンに信号を入力する場合DDSLSIにVCCを加えた後に、入力すること。  
(同時は可)  
また、信号入力は、GND~VCCまでとすること。
- 8 TEST29~31端子は、シリアルモード時、オープンまたは、VCCに10KΩプルアップすること。  
パラレルモード時、VCCに10KΩプルアップするか、GNDに接続すること。

【寸法図】

