

8ケタ 万能周波数カウンタ キット

製作・技術 マニュアル

8桁ユニバーサル [5機能] カウンタ・キット

8Digit Universal [5Function] Counter

8桁周波数カウンタ
8Digit Frequency Counter

0.1Hz~10MHz/TTL・C-MOSレベル入力
入力アンプ標準装備: 感度50mVp-p/Zo=1MΩ
外部プリスケラ使用で、
10MHz~250MHz(40mVp-p/Zo=50Ω) 又は、
10MHz~1200MHz(100mVp-p/Zo=50Ω)に、
拡大可能

8桁周波数比カウンタ
8Digit Ratio Counter

fA/fBの周波数比測定
[A入力]: [B入力]
[0.1Hz~10MHz]: [0.1Hz~2MHz]
A入力/B入力は、外部プリスケラによって、
250MHz又は、1200MHzに拡大可能

【外部入力プリスケラ】
*以下のどちらか一つを標準装備しています。(注文仕様によります)
★10MHz~250MHz
感度: 40mVp-p/Zo=50Ω
(カウンタ本体の専用基板に実装できます)
★10MHz~1200MHz
感度: 100mVp-p/Zo=50Ω
(個別の専用基板に実装します)

8桁高輝度赤色LED (文字サイズ: 14mm×10mm) 使用
*4レンジ切り換え/小数点自動切り換え(浮動小数点)
*オーバー・フロー表示機能内蔵
*リーディング・ゼロ・オート・ブランキング機能内蔵
*表示データ・ホールド/リセット機能内蔵
*オール・イン・ワン専用プリント基板使用
(LED表示部分: 分離可能)
*AC電源/DC電源対応
(AC6V~12V, DC8V~15V/5V; 平均消費電流500mA以下)

【入力アンプ】
[標準装備]
(カウンタ本体の専用基板に実装できます)
0.1Hz~10MHz
感度: 50mVp-p/Zo=1MΩ

パルスカウンタ
8桁計数(カウンタ)
8Digit Unit Counter

0~99999999
をカウントします。
最高測定速度は、
10⁷パルス/sec
外部プリスケラ使用で
2.5×10⁸パルス/sec
又は、
1.2×10⁹パルス/secに、
拡大可能

8桁周期カウンタ
8Digit Period Counter
(8Digit Reciprocal Counter)

測定信号の周期を計測します。
10sec~0.5μsec(分解能: 100nsec)
外部プリスケラの使用によって、
0.5μsec~4nsec(分解能: 1nsec) 又は、
0.5μsec~1nsec(分解能: 100psec)に、
拡大可能

8桁時間幅カウンタ
8Digit Time Interval Counter

A入力→B入力
のパルス入力差時間幅
を計測します。
0.5μsec~10sec
分解能: 100nsec

もくじ

PAGE 2: 部品内容(基本回路部)
PAGE 3: 部品内容(基本回路部)
PAGE 4: 電源部回路図
PAGE 5: 部品配置図(基本回路部)
PAGE 6: 全体回路図(基本回路部)
PAGE 7: 全体回路図(基本回路部)
PAGE 8: 基本回路部作動試験
PAGE 9: 全体回路図(基本回路部)説明

PAGE 10: 入力アンプ部
PAGE 11: 250MHzプリスケラ部
PAGE 12: 1200MHzプリスケラ部
PAGE 13: 1200MHzプリスケラ部説明
PAGE 14: 外部 水晶発振器 発振回路
水晶発振器発振回路
PAGE 15: X'talの基板取り付け面について
追記

部品内容 (基本回路部)

*個数を特に指定していない部品は、それぞれ各1個の部品内容となります。

部品内容は、製作前に正規の個数を確認して下さい。([☆]印でチェックしやすいように表記してあります)

*個数の多い部品は、不足の無いように多少多目に入れてありますので、余った部品は、保守用にして下さい。

[半導体:Semiconductors]

☆ ICM7216BIP1 (INTERSIL)

28Pin-8 Digit Universal Counter LSI
(全数作動試験済:INTERSIL国内総販売代理店)

☆ TD62101P (東芝) 16Pin IC
電流増幅用トランジスタ[×7]アレイ

☆ 74HC00 (各社) 14Pin IC
ハイ・スピード C-MOSロジック
2 input-NAND

☆ 74HC14 (各社) 14Pin IC
ハイ・スピード C-MOSロジック
シュミット・トリガ・インバータIC

☆ 74HC125 (各社) 14Pin IC
ハイ・スピード C-MOSロジック
3ステート・バッファIC

☆ 2SA1015 (東芝)-9個
小型汎用PNPトランジスタ

☆ 2SC1815 (東芝)-2個
小型汎用NPNトランジスタ

☆ 7805 (各社)/14305 (NEC)
5V1A 3端子レギュレタIC

☆ 2SK241 (東芝)
高周波用 MOS-FET

☆ 1B4B1 (東芝)/WO2(GI)
1A-100V 整流用シリコン・ブリッジ
ダイオード

☆ 1N4448 (FAIRCHILD)-20個
小信号用汎用シリコン・ダイオード
(スイッチング用ダイオード)

☆ HDSP-5501 (HP)-8個
7セグメント赤色発光ダイオード
コモン・アノード

☆ 3mm~5mm径 単体発光ダイオード(各社)
(赤又は、緑:オーバ・フロー表示用LED)

*以上、半導体についてはハンダ付けの加熱による熱破壊と、特にMOS構造の半導体に対しては、静電破壊等に充分に留意して製作にあたって下さい。

勿論、ショート・逆取り付けは、言うに及びません…

*製作時の静電破壊防止対策として、特に破壊の可能性の高い半導体については、ソケットを使用しています。

[ICソケット]

☆ 28ピン/高信頼性丸ピンICソケット

☆ 14ピンICソケット-3個

[おことわり]

当キットの主半導体である ICM7216 については、INTERSIL国内総代理店による全数受け入れ試験を、特に依頼した半導体で、キット梱包時にも万全の静電破壊対策を施して出荷しておりますので、使用時に於ける、破壊には充分に注意してください。尚、使用時の半導体破壊に対しては、当社として責任を負いかねますので、予め御了承ください。

尚、その他の部品類についても準じます。

[コンデンサ]

(容量許容範囲)

☆ 470 μ F 16V以上 (220~2200 μ F)


☆ 100 μ F 6.3V以上 (47~220 μ F)

☆ 47 μ F 6.3V以上 (10~47 μ F)

☆ 10 μ F 6.3V以上 (2.2~10 μ F)


☆ 0.1 μ F - 5個  (104)


☆ 0.01 μ F - 3個  (103)

☆ 220pF - 5個  (221)

☆ 62pF - 2個  (62)

☆ 33pF - 2個  (33)

☆ 40pFセラミック・トリマ・コンデンサ
 ボディー・カラー:黄色

☆ 20pFセラミック・トリマ・コンデンサ
 ボディー・カラー:赤色

[水晶発振子]

☆ 10.0000MHz(高精度計測器用)

[抵抗]

- ☆9.1MΩ (白・茶・緑・金)
(10MΩ:茶・黒・青・金)
- ☆1MΩ (茶・黒・緑・金)
- ☆470KΩ - 2個 (黄・紫・黄・金)
- ☆100KΩ (茶・黒・黄・金)
- ☆51KΩ (緑・茶・橙・金)
- ☆15KΩ (茶・緑・橙・金)
- ☆10KΩ - 6個 (茶・黒・橙・金)
- ☆5.1KΩ - 3個 (緑・茶・赤・金)
- ☆1KΩ - 11個 (茶・黒・赤・金)
- ☆510Ω (緑・茶・茶・金)
- ☆150Ω (茶・緑・茶・金)
- ☆82Ω (灰・赤・黒・金)
- ☆47Ω - 8個 (黄・紫・黒・金)
- ☆33Ω - 2個 (橙・橙・黒・金)
- ☆22Ω (赤・赤・黒・金)
- ☆10KΩ(22KΩ)半固定VR

[専用プリント基板]

☆95mm×138mm

*ケース・電源トランス・スイッチ類は、キットの部品内容としては、含まれていませんので、適宜ご用意下さい。

*プリスケラ部に関する部品については、それぞれのプリスケラに関するセクションを御覧ください。

尚、プリスケラ部の重複は有りませんのでご注意ください。

(250MHzタイプをご注文いただいた場合には、250MHzのプリスケラが

1200MHzタイプをご注文いただいた場合には、1200MHzのプリスケラが、それぞれのご注文に合わせて、どれか一つ含まれていますので、ご確認下さい)

備考

★水晶発振周波数微調整用の、10pF~20pFのコンデンサを数個入れています。
(トリマ・コンデンサと並列接続します)

必ず、このマニュアルを熟読して、完全に理解してから、製作に着手してください。
誤解したり、はやとちりすると、後で修正不可能な部分となってしまったり、高価な部品を破壊したりして、なにかと大変ですよ。

*当社では、キットの修理・調整・完成品のお申し付けについては、承っておりませんので御諒承ください。特に、修理御依頼の目的で品物をお送りいただく場合の、送付時の破損事故等については責任を負いかねますので、かたのご遠慮下さい。

*お問い合わせ・ご質問等は、往復葉書か、返信用封筒を同封の上、封書で下記までお送りください。

〒158 東京都世田谷区瀬田
5-35-6 (有)秋月電子通商

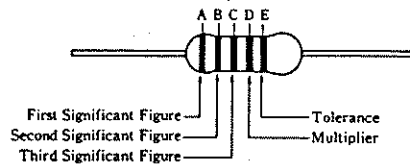
不良・不具合・ご不明の点を、なるべく具体的に、"どこが、どのように"等を、お書き下さい。

*電話でのお問い合わせでは、技術的・具体的な部分についての説明が十分に出来ませんのでご遠慮ください。

【抵抗の読み方】

*カラー・コードが4本の場合には、
下図、[C]のコードは有りません。

■カラーコード表示(COLOR CODE)



色名 Color	1st Digit A	2nd Digit B	3rd Digit C	Multiplier D	Tolerance E
黒 Black	0	0	0	10 ⁰	
茶 Brown	1	1	1	10 ¹	±1%
赤 Red	2	2	2	10 ²	±2%
橙 Orange	3	3	3	10 ³	
黄 Yellow	4	4	4	10 ⁴	
緑 Green	5	5	5	10 ⁵	±0.5%
青 Blue	6	6	6	10 ⁶	±0.25%
紫 Violet	7	7	7	10 ⁷	±0.1%
灰 Gray	8	8	8	10 ⁸	
白 White	9	9	9	10 ⁹	
金 Gold	-	-	-	10 ⁻¹	±5%
銀 Silver	-	-	-	10 ⁻²	±10%

【ごあいさつ、として】

この度は、(有)秋月電子通商オリジナルキット[8桁万能周波数カウンタ]をお求めいただき、ありがとうございます。

表紙で御紹介いたしましたように、多機能ユニバーサル・カウンタの性能を十分に御活用いただけるよう、“INTER SIL”社[ICM7216BIP]半導体データ・シートと、当“技術・製作マニュアル”を用意いたしましたので、あわせてお読みいただくよう、切にお願いいたします。

尚、高性能・高精度計測機器キット(自作品)をお求めいただいたということで、ある程度の(相当の?)技術力をお持ちの方を対象として、以下の説明に入らせていただきますので、その点は、予め宜しくご諒承下さい。(特に初心者の方には、巻末に参考技術文献を挙げますので参照して下さい)

とは言っても、

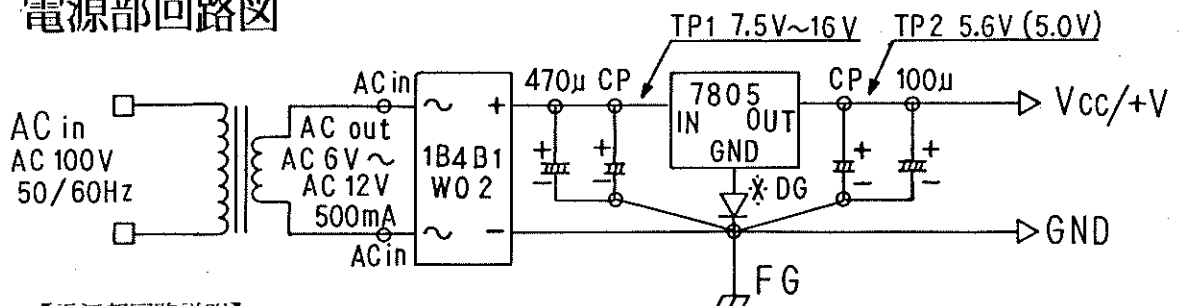
- 1;回路図が読める(信号の流れを理解してゆく)
- 2;半導体(IC/トランジスタ/ダイオード)・個別部品(抵抗/コンデンサ等)を、判別できる
- 3;確実なハンダ付けができる
- 4;的確なトラブル判断と、対処ができる(1,2,3,の総合なのですが…)

最低限

を、最低限マスターしていれば、絶対に完成できるでしょう!

★回路/製作/調整を、ほぼ同時進行で説明してゆきます。前ページでも書きましたが、一度は頭の中だけで、完全に製作するつもりで、キット内に入っている全てのデータに目を通して下さい。(スポーツなどで言う“イメージ・トレーニング”として、必ずおこなって下さい)

電源部回路図



【電源部回路説明】

★上記電源回路図では、AC100V入力ラインの電源スイッチ・ヒューズ・AC入力フィルタ等の付加回路は、省略してあります。必要に応じて適宜、実際の製作時に追加して下さい。

★CPの容量は、 $0.1\mu\text{F} \sim 2.2\mu\text{F}$ です。セラミック・コンデンサの場合には極性は有りません。有極性コンデンサの場合には、上記回路図に従って下さい。

★TP1/TP2は、テスト・ポイントです。又、表示電圧範囲以内のDC(直流)電源入力部分としても、表記してあります。(供給電流は、いずれも余裕をみて500mA以上)

★[※DG]は、 $V_{cc}/+V$ を5.6Vにするために入れています。3端子レギュレタのGNDと電源GNDの間に、シリコン・ダイオードを挿入することで、ダイオードの順方向電圧降下[0.6V]が3端子レギュレタの通常出力電圧5.0Vに加算されて、安定化電圧として出力されます。(使用するダイオードは、1N4448です)

この場合、3端子レギュレタをケースに放熱する時は、絶縁して下さい。

★ $V_{cc}=5.6\text{V}$ にするのは、ICM7216の電源電圧を5.0Vから約10%高い電圧にして、高速動作特性を改善することにあります。(メーカ・データ[図16]参照)

これによって、標準値で15MHzをクリアします。

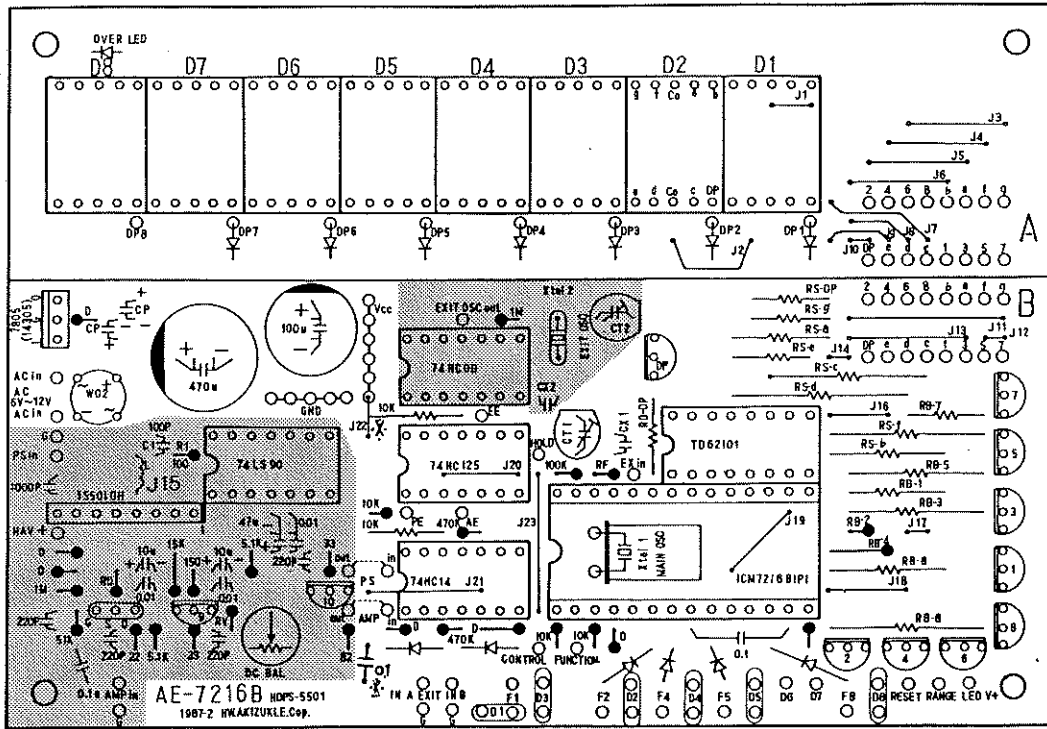
★ICM7216を除く、半導体素子については、電源電圧の改善による特性を考慮する必要は特に有りません。(また、悪影響も有りません:LS TTL/ハイスピードC-MOSロジックIC共に、正規の電源電圧範囲内での使用です)

*どうしても、気分的に5.6Vではいやだという方は、DGを挿入せずジャンパ接続すれば、 $V_{cc}=5.0\text{V}$ になります。

★FG(Frame GND)は、ケース接地点を示します。(ワン・ポイント・アースが原則です)

部品配置図 (基本回路部)

☆人力フォック部での誤作動が頻発する場合は、[0.1μFセラミック] ※マーカーのコンデンサを入れると効果的です。(74HC14の下:ハンダ面のグリーンレジストを削ってハンダ付け)

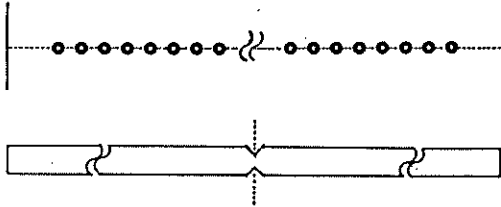


※J22につながる10KΩは、基板の部品面でハンダ付けします。

★[LED V +]は、Vccに接続してください。
★[J 1 5]は、HD10551のLです。

上記、部品配置図(基本回路部)について説明します。薄く網のかかった部分については、後で説明します。

*表示部分を分離する場合には、基板の切断を一番最初におこないます。部品を取り付けた後では、切断はかなり困難になります。基板の切断は、下図を参考にして下さい。



基板の穴をつないでゆくようにして、カッタ等で、初めは軽くスジを入れるようにして、徐々に力を入れてゆく。(こうすると、カッタの刃が遊んだりしない)

※表に基板の厚みの1/3以上の深さまでそれぞれスジを入れれば、失敗なく簡単に折れます。

くれぐれも、銅箔パターンにヒビが入らないように充分注意して下さい。

切断線は[→][←]で示します。ここで切断すれば、銅箔パターンは破壊されません。

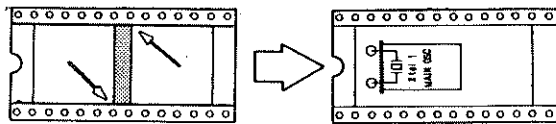
分離した表示基板と、本体基板の配線は他の部品を取り付けた後で最後におこないます。[A][B]の16点の各記号を合わせて配線します。ハンダ・パターンが小さく、パターン剥離を起こしやすいので要注意。

この為、16ピンDIP ICタイプ16芯フラットケーブル・コネクタの使用をお薦めします。(住友3M等の市販品も有ります:コネクタ専門店でお尋ねください)

これが利用できない場合には、端子用ピン又は、1mmのスズメッキ線等を短く切ったものを使用して、配線材の引っ張りによるパターン剥離を防止してください。

★28ピンのソケットは、"X'tal1"を部品面に取り付ける場合、加工してから取り付けます。(下図、参照)

[→]の部分で、ソケットの真ん中の栈(さん)をニッパで切断してください。



●のシンボル・マーク(ノーマーク)は、図のように抵抗を立てて基板に実装します。



●Dのシンボル・マーク([D]・マーク)は、図のようにダイオードを立てて基板に実装します。

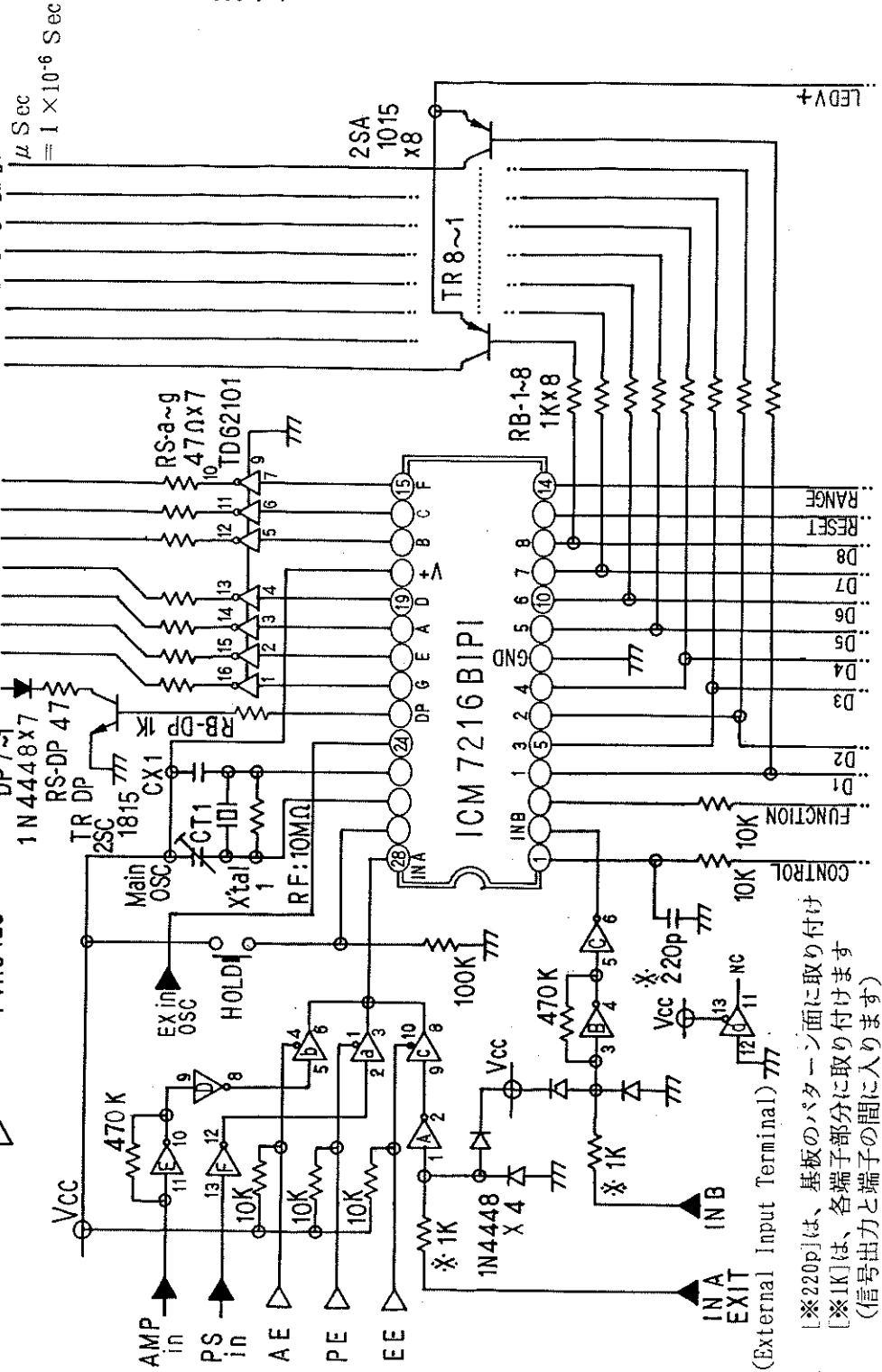
全体回路図 (基本回路部)

小数点の単位は、

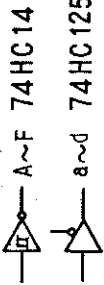
KHZ
μSec

HDSP-5501x8

9.9.9.9.9.9.9.9



[P Sin]は、250MHzプリスケラの出力を接続します。
その他のプリスケラの出力は、[IN A EXIT]に入力します。



[※220p]は、基板のパターン面に取り付け
[※1K]は、各端子部分に取り付けます
(信号出力と端子の間に入ります)

【回路図内記号：凡例】

- ▶ は、信号線接続
- ▷ は、制御線接続をそれぞれ意味する入力端子です。
- ▲ は、基板上で既に接続が予定されている端子です。
- ⊕_{Vcc} は、電源(Vcc/V+)接続を意味しています。
- ⊕ は、交差接続をそれぞれ意味しています。

【AE/PE/EEについて】

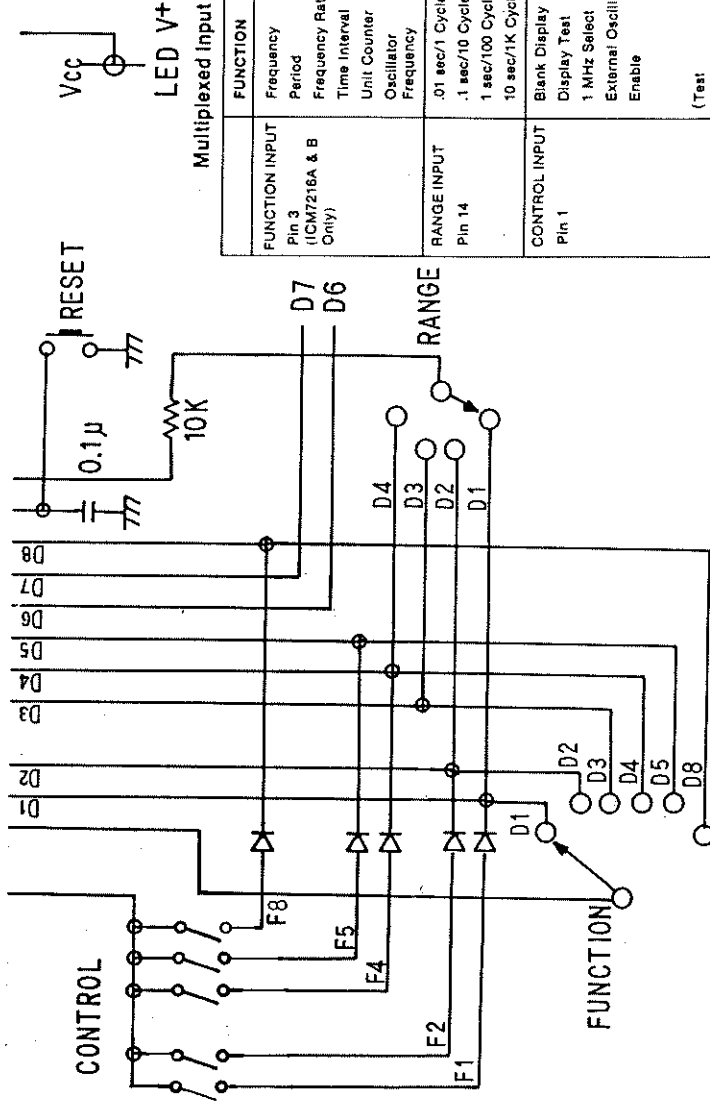
- AE: Amp Enable
 - PE: Pre-scaler Enable
 - EE: Exit Enable
- をそれぞれ意味しています。AEは、入力アンブ

PEは、プリスケラ(250MHzプリスケラ)
 EEは、外部信号(1200MHzプリスケラ/その他)の各入力をICM7216/28番ピン(INPUT A)に入力するための、信号線制御端子です。

この端子をGNDに接続することで各信号が入力されます。

★10用電源バスコンの入れ方

0.01uFから0.1uFのセラミックコンデンサをICのVcc-GNDピンを最短距離でつなげるように、基板の下で接続します。各ICに1個ずつ入れるのが理想的ですが変更していただく場合があります。



Multiplexed Input Functions

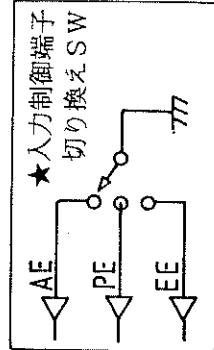
FUNCTION INPUT	FUNCTION	DIGIT
Pin 3 (ICM7216A & B Only)	Frequency	D ₁
	Period	D ₈
	Frequency Ratio	D ₂
	Time Interval	D ₅
	Unit Counter	D ₄
	Oscillator Frequency	D ₃
RANGE INPUT Pin 14	.01 sec/1 Cycle	D ₁
	.1 sec/10 Cycles	D ₂
	1 sec/100 Cycles	D ₃
	10 sec/1K Cycles	D ₄
CONTROL INPUT Pin 1	Blank Display	F ₄ and Hold
	Display Test	F ₈
	1 MHz Select	F ₂
	External Oscillator Enable	F ₁
	(Test)	F ₅

*全機能を使用しない場合には、それぞれのスイッチ系列の配線を通宜省略することが出来ます。

例えば、周波数カウンタ機能だけに限定した場合には、FUNCTION SWを省略出来ます。(DIとFUNCTIONを接続するだけ)

★DP1~7に入っているIN4448は、ジャンパ接続線の機能と、DPの発光輝度を7セグメント側に合わせるために入れています。DPの発光駆動電圧をダイオードの順方向電圧降下[0.6V]で下げることにより、輝度を下げています。

DPの発光輝度を上げる場合は、この7本のダイオードをスズ・メッキ線等のジャンパ接続線にそれぞれ1個ずつ入れるのが理想的です。



……部品配置図(基本回路部):つづき……

- 1:電源部だけ最初に、製作します。
ACinに規定の電源電圧を入力し、電源部の出力(Vcc-GND)が、DC5.6Vであるか確認します。
- 2:ジャンパ接続線[23本]を取り付けます。
本数が比較のおおいので、必ず、取り付け後は本数確認してください。
(特に、“J23”は、実際の基板のシルク印刷では見ずらくなっているので、PAGE5部品配置図と、回路図で確認してください。)
- 3:4個のICソケットを取り付けます。
ソケットを取り付けたら、一旦電源を入れて各半導体の電源端子に当たるピンをソケットの上から、テスタで電圧確認します。
(回路図と巻末の半導体データを参照)
- 4:各部品は、背の低いものから順に取り付けてゆきます。

基本回路部作動試験

*下記の手順で、初期ランニング・テストを実施して下さい。

【結線条件】

- 1:[PS in-out]/[AMP in-out]のジャンパ接続線は、配線しません。
 - 2:FUNCTION 端子は、周波数カウンタ・モード(DIに接続)
 - 3:CONTROL 端子は、全てオープン
 - 4:RANGE 端子は、任意ポジション
- 注意:FUNCTION/RANGE端子がオープンの状態では、作動が不安定になったり、表示がちらついたりしますが、故障ではありません。
- 5:AE/PE/EEは、任意ポジション
 - 6:テスト作動は、基板が剥き出しの(オープン・フレーム)の状態を実施するので、電源誘導雑音・その他EMI対策をしてください。基板の下に絶縁物(紙など)を介して金属板を敷いて、これをGNDと接続。
(片面の生基板でも可)

【試験手順】

- 1:入力端子選択(AE/PE/EE)は、オープンにしてください。
- 2:RANGE端子をDI→D2→D3→D4の順に接続すると、小数点がデジット2→3→4→5の順に移動します。同時に、小数点以下の各デジットにゼロが並んでゆきます。小数点上位のデジットは、ブランピングしています。
- 3:入力端子(AMPin/PSin/IN A EXIT)に合わせて、AE/PE/EE端子をGNDに接続してください。各端子とも以下の順にそれぞれテストして下さい。

- 4:入力端子をD7に接続。
RANGE端子を[2]と同様の手順で操作すると、[.5]→[.50]→[.500]→[.5000]を表示します。[.5000]が確定するまで10秒かかります。(ゲート・タイム10秒ということです)

★以上のテストは、桁表示のマルチプレックス信号を周波数測定しているわけで、この方法は、MAIN OSCで使用する水晶発振子の周波数に関係なく表示値は一定です。

★ICM7216のその他の機能の試験は、それぞれ、INTERSIL社のメーカ・データをよく読んで、各自で実施して下さい。

★これ以降で実施する、各回路での試験についても該当することですか、正常な作動を確認ができない場合には、直ちに電源を切ってください。

電源の再投入は、不良箇所の改修が終了して、完全に正常作動の自信が持てるまで、絶対に保留して下さい。

うまく作動しないということで、電源を入れたままあちこちいじり回していると、たいていは、不良と破壊の深度を深めてしまいます。

【追記】

- 1:CONTROL端子は、ノイズ混入による誤動作をしやすいので、注意してください。
特に、端子オープンの状態(CONTROL機能を使っていない状態)で、端子に配線用のリード線が、接続されている時には要注意。
- 2:誤動作が頻繁に発生するようなら、CONTROL端子を10KΩ~100KΩの抵抗で、プル・ダウンして下さい。
ICM7216BIP1/1番ピンに接続されている220pFのコンデンサと並列に、GNDへ接続してください。

★完成後は、金属ケースに入れて完全シールドした方が、安定作動します。

又、測定信号ケーブルは、同軸(シールド)ケーブルを使用し、BNCコネクタ(それに準ずるコネクタ)を使って、極力ノイズの混入を防止して下さい。

全体回路図（基本回路部）説明

★ICM7216BIP1については、INTERSIL社メーカー・データをご参照ください。

このセクションでは、ICM7216BIP1の信号入力系/制御系/LED表示系を中心に説明します。

A: 信号入力系/制御系

I: ICM7216BIP1/28番ピン [INPUT A] 系列

a: IN Aは、3ステート・バッファ74HC125のa/b/cの出力が並列接続(3/6/8番ピン)されています。

これは信号入出力配線を引き回さずに、7216の入力端子に信号を導きます。

74HC125は、制御論理が“負”なので制御端子(1/4/10番ピン)を10KΩでプル・アップしています。制御線がディス・イネーブルされているバッファの出力は、ハイ・インピーダンスになっているので、イネーブルになっているバッファの出力に影響を与えません。

74HC125のdは、未使用のため同一チップ内に悪影響を与えないように、回路図に示すような処置をしています。

b: 74HC14(A/B/C/D/E/F)の機能説明

i: 74HC14/Aは、[IN A EXIT]の波形整形&バッファとして機能します。

o: 74HC14/Bは、in-out(3-4)に470KΩのを負帰還抵抗入れることで、増幅率を持ったリニア・アンプとして作動します。

入力(3番ピン)に接続されたダイオードは、過電圧保護です。[IN B]

74HC14/Cは、波形整形&バッファです。

h: 74HC14/Eは、74HC14/Bと同様の機能を持ちます。[AMP in]

74HC14/Dは、バッファ&波形整形です。

ニ: 74HC14/Fは、波形整形&バッファです。

[PS in]

2: ICM7216BIP1/2番ピン

[INPUT B] 系列

[上記、“b-o”と同内容]

3: 74HC14-b/eに接続されている負帰還抵抗(470K)を1MΩに変更することで、74HC14のリニア作動の増幅率を高くすることができます。

4: 74HC14-A/Bに接続されているダイオードと[※1K]の抵抗は、74HC14の保護回路です。

74HC14を破壊する可能性が無い場合には、このダイオードと抵抗を、省略することができます。(回路作動としては、余計な保護回路が入っているよりは、入っていないほうが良い)

B: LED表示系

a: ICM7216BIP1は、コモン・カソードの7セグメントLEDを直接駆動できるように設計されていますが、LEDの直接駆動をすると、過電流破壊(つまりは、過電力消費による熱破壊)の可能性が高まります。

そこで、当キットの回路設計にあたっては、この破壊からICM7216BIP1を保護する為に、TR1~8と、トランジスタ・アレイTD62101Pを使用して、LEDを駆動しています。

この緩衝LED駆動回路では、LEDの駆動論理が[負]から[正]に逆転しますので、使用するLEDのコモン系は、コモン・アノードになるので注意してください。

b: TR1~8は、それぞれデジット1~8を緩衝電流増幅するトランジスタを、それぞれ意味しています。

RB1~8は、TR1~8のベース電流制限抵抗を、それぞれ意味しています。

RSa~gは、LEDの各セグメント電流制限抵抗を、それぞれ意味しています。

これらのトランジスタ、抵抗の符号は、トラブルの際の、確認ポイントとして活用できるように命名しました。

【ICM7216付加回路のコンセプト】

これらの回路をICM7216BIP1に付加した理由は、キットの使い勝手の向上と共に、高価な主半導体であるICM7216BIP1を静電破壊/過電圧入力破壊/過電力熱破壊等の破壊要因から、守るということにあります。

万一の、破壊行為(誤配線/誤接続)や、過大電圧入力/静電気からICM7216BIP1だけは最低限まもれるように、回路設計しました。(フェイル・セーフの思想です)

【HDSP-5501ピン配置図】

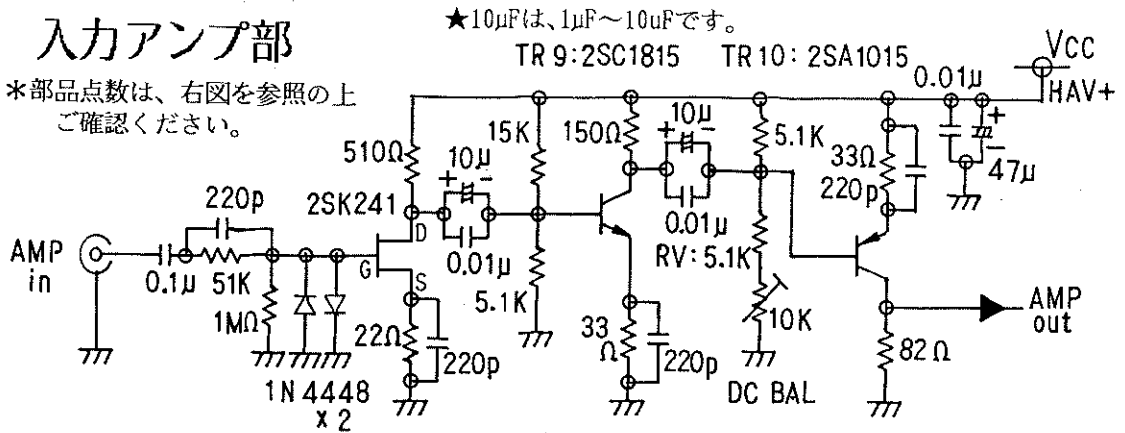


1: e	6: b
2: d	7: a
3: コモン	8: コモン
4: c	9: f
5: Dp	10: g

発光色: 赤(ピーク発光波長: 635nm)

入力アンプ部

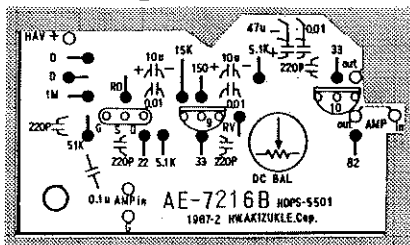
*部品点数は、右図を参照の上
ご確認ください。



★10μFは、1μF～10μFです。

TR 9: 2SC1815 TR 10: 2SA1015

【部品配置図】



【入力アンプ部回路説明】

この入力アンプ部は、全ての仕様のキットに標準装備されています。

1: 特性仕様

電源電圧: 5.6V 又は、5.0V

消費電流: 50mA (max)

入力感度: 50mVp-p (※1)

入力抵抗: 1MΩ

最大入力電圧: 35Vp-p

2: 作動説明

- AMP in に接続される 0.1μF は、カップリングコンデンサで、測定信号中の不要な DC 成分をカットします。
- その後の 220pF は、スピード・アップコンデンサで、51KΩ と共に FET の G に入力される波形の立ち上がり/下がりの波形周波数特性を補償しています。
- 1MΩ は、入力インピーダンス整合用です。
- 二つのダイオードは、FET の G 保護です。
- 2SK241 は、MOS FET で、高入力抵抗のバッファ・アンプです。S 接地型として作動しています。
- TR 9 は、NPN TR の E 接地型の電圧増幅器です。
- TR 10 は、PNP TR の E 接地型の電圧増幅器です。

B に接続された DC BAL VR によって直流作動点を調整します。

【入力アンプ部調整】

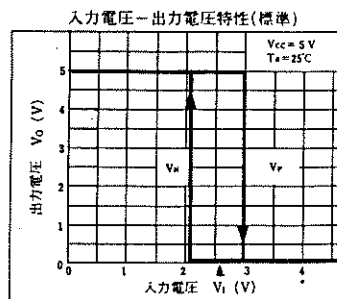
- 消費電流が規定の最大電流以下かテストで、測定します。このため、HAV + 端子 (Head Amp Vcc) を設定しています。
- AMP in を GND に接続し、余計な信号入力を防止します。
- AMP out の電圧が 2.6V になるよう DC VAL VR で調整します。このために、AMP in-out のジャンパ接続線は、まだ接続しません。

AMP out の DC 電圧を調整する理由は、74HC14 のヒステリシス電圧の中心が 2.6V であり、ヒステリシス電圧幅がほぼ 1V のため中心電圧から 0.5Vp-p の振幅で、作動させるためです。実際には、74HC14/E に負帰還抵抗が入っていて、もっと低い電圧振幅で作動します。

*入力感度(※1)について

オシロ・スコープ等で測定入力波形と 74HC14/8 番ピンを交互に観測しながら DC BAL VR を厳密に調整して DC 作動点を追い込んでゆくと、感度を最高 20mVp-p 程度までもってゆけます。(ちょっとしたハイテクが必要)

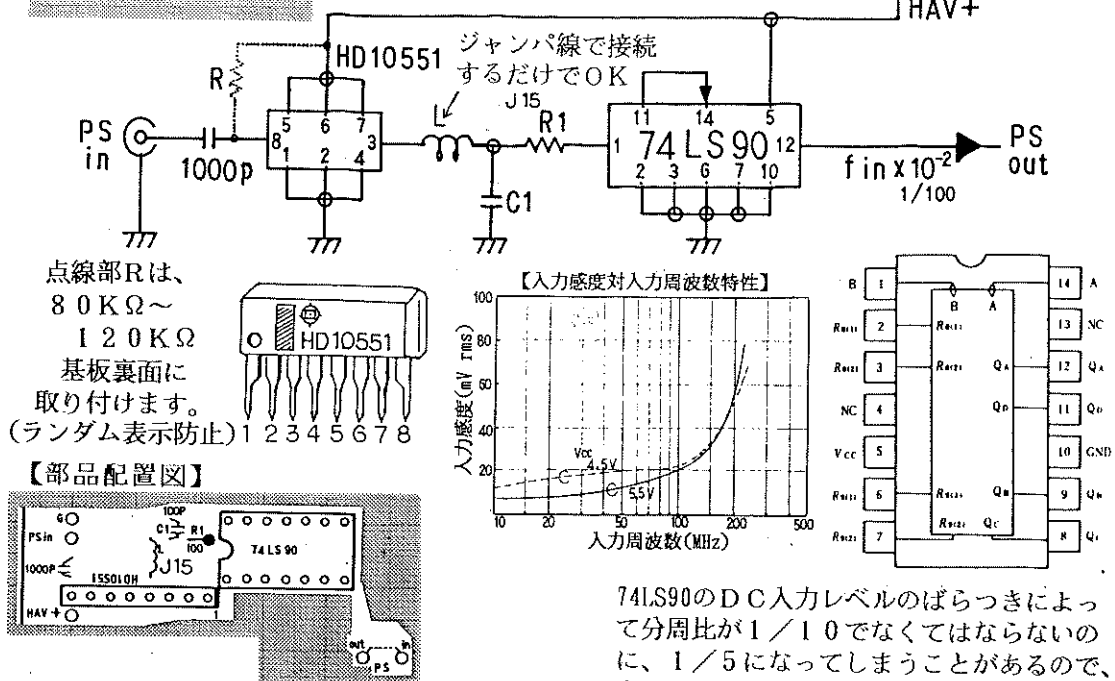
【74HC14 ヒステリシス特性】



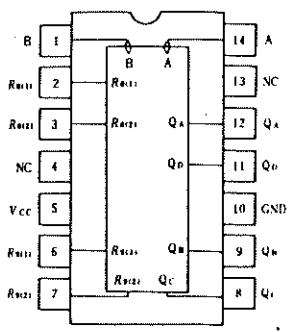
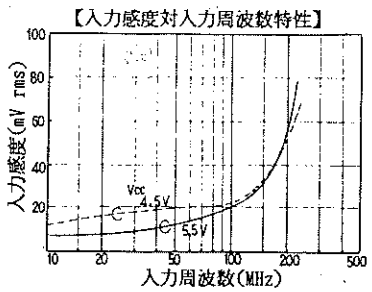
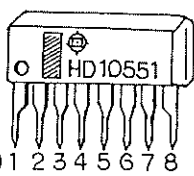
このヒステリシス特性が、シュミット・トリガのシンボル \square になっているのです

250MHz プリスケラ部

★プリスケラ部では、半導体にソケットを使用しません。
*部品点数は、下記回路図を参照の上ご確認ください。



点線部Rは、
80KΩ～
120KΩ
基板裏面に
取り付けます。
(ランダム表示防止)



【250MHzプリスケラ部回路説明】

この250MHzプリスケラは、250MHz仕様のキットに含まれています。

1: 特性仕様

- 分周比: 1/100 [1/10 × 1/10]
- 電源電圧: 4.5V ~ 5.6V
- 消費電流: 70mA (max)
- 入力感度: 40mVp-p (※1)
- 入力抵抗: 50Ω
- 入力最大電圧: 振幅電圧でVcc電圧まで

2: 作動説明

- a: HD10551は、250MHzまで応答するECL (高感度・高速作動) プリスケラ素子です。分周比は、1/10で作動させます。出力は、C-MOS/TTLレベルです。
- b: LCで構成されたロー・パス・フィルタを通して74LS90に入力されます。
C1: 100pF ~ 300pF
このコンデンサの容量を大きくすると感度は低下しますが、作動は安定します。
100pF以下では、無入力の時、ランダムな表示をすることがあります。
R1: 10Ω ~ 470Ω

c: 74LS90を[1/5] → [1/2]分周接続して出力デューティ比50%の1/10分周を得ています。

d: HD10551の入力感度が40mVp-pと非常に高いため、場合によっては、無信号時にHD10551が軽く自己発振してしまうことが有ります。

これはHD10551の入力と出力の間に、基板・ICパッケージ等による十数pF程度の浮遊(ストレ)容量が有るため、この容量によって入出力間にフィードバックがかかり、無信号時に限って、軽く自己発振を起こしてしまうからです。

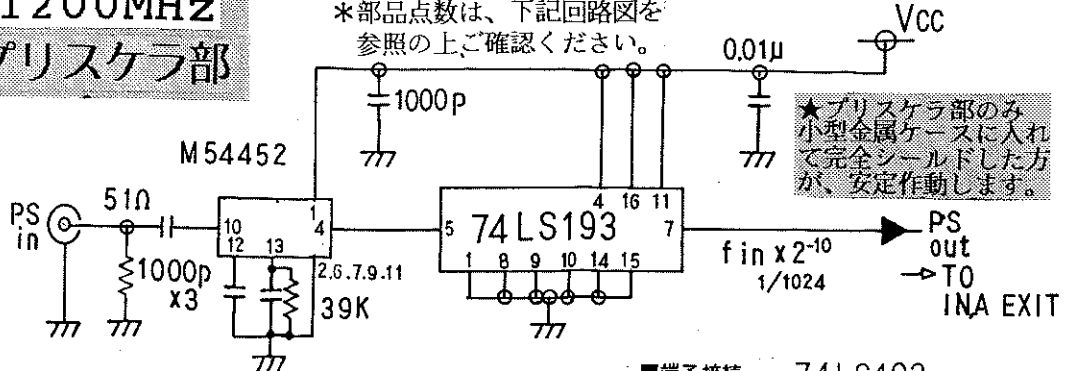
★この軽い自己発振は、正規の信号が入力されると、直ちに止まりますから、分周に関する精度・安定度に対する影響は、一切ありません。

この軽い自己発振は、HD10551の入力感度を低下させれば、止まりますが、無信号時のランダムな表示を、特に気にしなければ、HD10551を高感度のままで使用することをお勧めします。

このランダムな表示を、プリスケラの正常作動の印として、逆に利用してしまうのも手です。

1200MHz プリスケラ部

★プリスケラ部では、半導体にソケットを使用しません。
*部品点数は、下記回路図を参照の上ご確認ください。



【1200MHzプリスケラ部回路説明】
この1200MHzプリスケラは、1200MHz仕様のキットに含まれています。

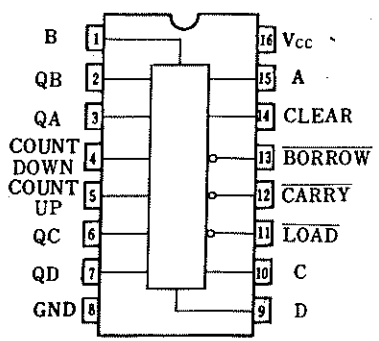
- 1: 特性仕様
 分周比: $1/1024$ [$1/64 \times 1/16$]
 電源電圧: 5.0V ~ 5.6V ~ 6.8V
 消費電流: 100mA(max) (*1)
 入力感度: 100mVp-p
 入力抵抗: 50Ω (51Ω)
 入力絶対最大電圧: 2.5Vp-p

- 2: 作動説明
 a: M54452は、1200MHzまで応答するECL(高感度・高速作動)プリスケラ素子です。分周比は、 $[1/64]$ です。出力は、C-MOS/TTLレベルです。
 b: 74LS193を $[1/16]$ 分周接続して出力デューティ比50%の $1/1024$ 分周を得ています。

c: M54452の入力感度が100mVp-pと非常に高いため、場合によっては、無信号時にM54452が軽く自己発振してしまうことが有ります。
 これはM54452の入力と出力の間、に、基板・ICパッケージ等による十数pF程度の浮遊(ストレ)容量が有るため、この容量によって入出力間にフィードバックがかかり、無信号時に限って、軽く自己発振を起こしてしまうからです。

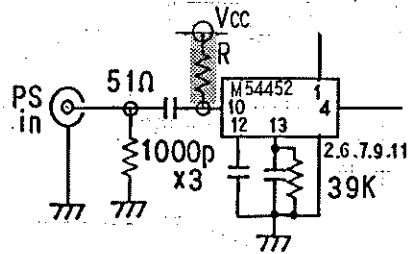
★この軽い自己発振は、正規の信号が入力されると、直ちに止まりますから、分周に関する精度・安定度に対する影響は、一切ありません。
 この軽い自己発振は、M54452の入力感度を低下させれば、止まりますが、無信号時のランダムな表示を、特に気にしなければ、M54452を高感度のままで使用することをお勧めします。

■端子接続 74LS193 (Top View) 16 Lead Plastic DIP



このランダムな表示を、プリスケラの正常作動の印として、逆に利用してしまうのも手です。

【ランダムな表示(パラツキ)防止回路】



Rは、10KΩ~15KΩ

プリスケラ直読化

【1200MHz(1/1024)プリスケラ直読化】
★このセクションでは、 $[1/1024]$ 分周比の1200MHzプリスケラを直読する方法について説明します。

M54452使用の1200MHzプリスケラ以外の $[1/1024]$ の分周比を持つプリスケラにも適用されます。

1:直読化の原理について

a:分周比が[10のn乗]ではないので、小数点を移動するだけでは、測定値を直読することは出来ません。

そこで、当キットでは基準発振周波数を[1/1.024]倍の周波数にすることで[1/1024]分周比を持つプリスケラを使用した時の、測定値の直読化を達成しています。

2:基準信号の発振回路に使用する、水晶発振子として[9.765625MHz]を使います。

a:当キットの専用基板には、

MAIN OSC(ICM7216BIPi内蔵のOSC)

EX OSC(74HC00コルピツ型発振)の二つの基準信号発振回路があります。

どの発振回路に、どの水晶発振子を使用するかは、[プリスケラ]と[入力アンプ]のどちらを優先して使用するかで、決定してください。

例えば、主に1200MHzプリスケラを使用してVHF/UHFを頻繁に測定する場合には、MAIN OSCに[9.765625MHz]を使用して使い勝手を向上させます。

この場合、10MHz以下を測定するときには、ICM7216BIPiの[CONTROL INPUT]を[External Oscillator](D1)に接続して、EX OSCからの10.00000MHzを入力します。

c:[10.0000MHz]と9.765625MHzの水晶発振子は、並列容量が異なります。

又、[MAIN OSC]と[EX OSC]のロード・キャパシタンスが異なります。

以上の理由から、各OSC部の回路図と専用基板に記された[Cx1]/[Cx2]/[CT1]/[CT2]は、パラメータとして確定できません。

これらの発振回路定数・調整については、"外部水晶発振子発振回路"

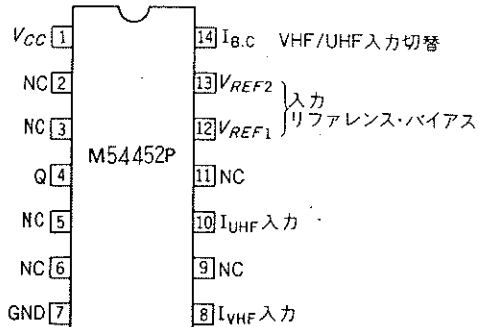
"水晶発振子発振回路"

のセクションを設けましたので、参照してください。

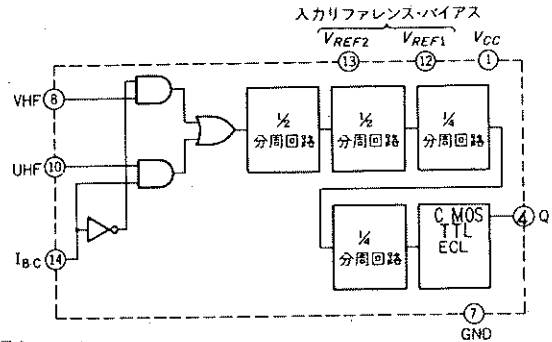
【M54452:6.8V作動について】(※1)

1:M54452は、電源電圧[6.8V]で使用した時、最良の特性を得ることが出来ます。特に、高い周波数まで高感度で信号測定する必要がある場合には、電源電圧を6.8Vにしてみてください。

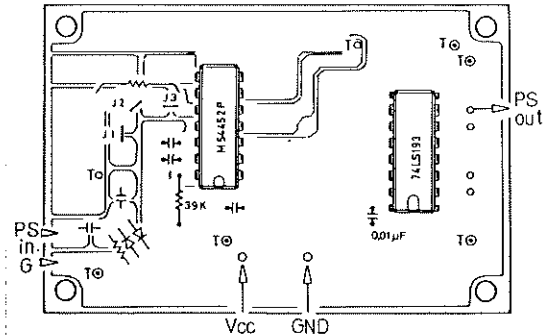
2:但し、74LS193の電源電圧は、[5.6V]で使用してください。このため、M54452は別電源で駆動します。1番ピンを基板に挿さず、そこに給電します。



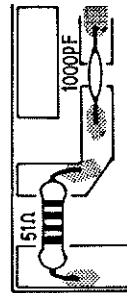
ピン番号とブロック・ダイアグラム



【部品配置図】



★保護回路・ランダム表示防止抵抗を取り付けた実体図です。

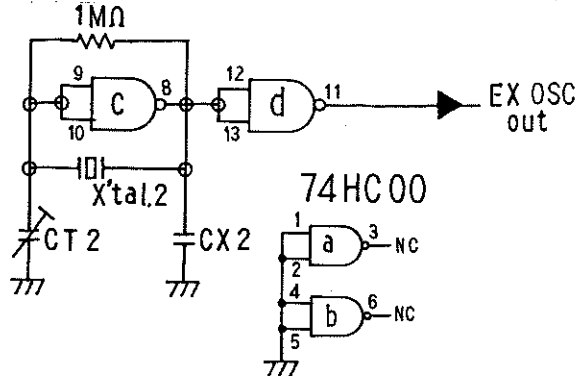


- ☆表記無きコンデンサは、1000pFです。(5個)
- ★入力部分の51Ωと1000pFは、左図の様に部品面の銅箔部にハンダ付けします。
- ★配置図面上の[◎T]は、表裏のパターンをスズ・メッキ線等、ハンダ付けしてGNDのライン・インピーダンスを下げてください。(GND以外に2箇所・Tが有ります)

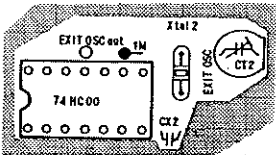
★基板部品面にジャンパ接続線[J1, J2, J3]が有りますので、基板の穴は通さずに部品面パターンの上に、ハンダ付けしてください。

外部 水晶発振子 発振回路

★250MHz使用のキットには、下記回路図の部品のうち9.765625MHzを除いた部品が含まれています。



【部品配置図】



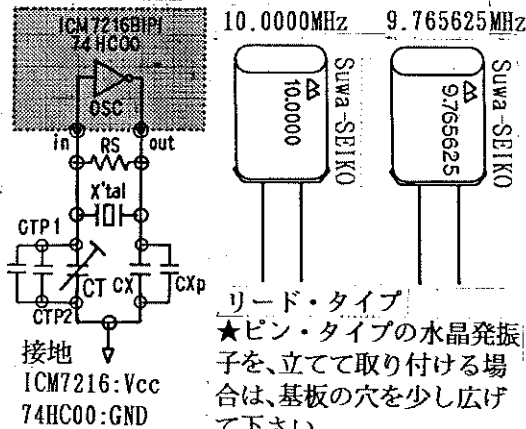
【外部 水晶発振子 発振回路部説明】

★ICM7216BIP1の[External Oscillator]機能選択時に、基準信号を[EX OSC IN]端子に入力する信号をつくります。
1:74HC00を使用した負帰還(コルピツ)型 水晶発振回路です。

2:74HC00/cのin-outの1MΩの抵抗は、デジタルICをリニア動作させるための負帰還抵抗です。74HC00/dは、出力バッファです。

74HC00/a-bは、未使用なので上図のように接続し、同一チップの他の高周波動作しているゲートに悪影響を与えることを防止しています。

水晶発振子 発振回路



リード・タイプ

★ピン・タイプの水晶体発振子を、立てて取り付ける場合は、基板の穴を少し広げて下さい。

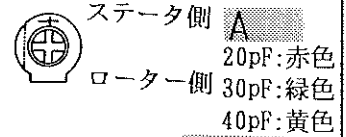
横にして取り付ける場合は、左図のように、スズ・メッキ線等を利用して下さい。

★OSCのin-outの負荷容量コンデンサの容量値を大きくすると、発振周波数は低くなります。

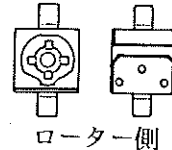
キットには、下記のいずれかのトリマが入っています。

【トリマ・コンデンサについて】

ローター側が接地側端子



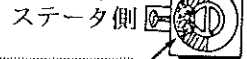
ステータ側 B: 30pF



ローター側 P300

ボディー・カラー: 黒

C: 20~40pF



20pF: 青色
30pF: 黄色
40pF: 茶色

【B】と【C】のタイプは、基板のパターン面に取り付けます。

【10.00000MHz水晶発振子:並列容量32pF】

CT	CTP	CX
40pF	33pF	62pF
30pF	33pF + 12pF	
20pF	33pF + 18pF	+α (※)

【9.765625MHz水晶発振子:並列容量16pF】

CT	CTP	CX
40pF	18pF	33pF
30pF		
20pF		

(※): αは、ICM7216BIP1/74HC00のそれぞれの特性によって確定できません。

実際の、発振周波数に合わせて、適宜追加してください。(十数pF程度でしょう)

αのコンデンサは、発振安定性を考えると、可変容量コンデンサ(トリマ)にしないほうがいいでしょう。

CTP1/2・CXpは、基板のパターン面に取り付けます。

【追記】 Appendices

【X'tal 1の取り付け面について】

- 1:水晶発振子を使用した発振回路の周波数安定性は、
 - a:回路上の要素-配線状態による依存性
(フラックスの除去の不良等も含む)
 - b:使用部品上の要素:電源電圧依存性
温度依存性

概ね、これらの要素があります。

8桁の精度というのは、最も厳密な場合 "99999999"で[9桁引く1(この1は、1桁の意ではなく)]の数値を取り扱っています。この時の誤差をゼロ(表示する上での誤差ゼロのことです)にすることを、仮に考えてみると、 $[1/(10^9-1)]$ の精度(ほぼ10億分の1 = 0.001ppm)ですから、その厳密性を理解していただけるでしょう。

- 2:上で挙げた、諸依存性のうちで、特に考慮しなければならない事項は、温度依存性です。(勿論、その他の依存性に対しても十分な考慮をした上での事ですが)

室内での使用を考えた場合、年間を通じてほぼ10°C程度の気温差があるとすると、約1ppmの変化となって現れます。

(中心温度20°Cとして)

このため、最低限、水晶発振子だけは、なるべく、外気温度に影響されないようにICM7216の下に実装して、基板とサンドイッチして、閉じられた空間に入れてしまいます。更に、都合がよいことに(こちらの方が主なのですが)、7216は駆動時に40°C程度に発熱しますから(当キットの場合)その下にある水晶発振子は、約35°Cに温められます。

このようにして、ICM7216を熱源とした簡易的な恒温槽を構成しています。

- 3:欠点として挙げられる事は、水晶発振子の温度が、電源を入れた時の温度から暖まるまで10分~30分かかるとい事です。これは、特に電池作動の場合、かなりきびしい制約となってしまいます。(精度が6桁程度で充分だという場合には、電源を入れたと同時に測定してもOK)

ですから、7216からの熱影響を避ける方法を紹介します。水晶発振子を基板のパターン面(裏面)に取り付けられれば、基板が断熱材となって、7216からの影響は受けません。

- ★基板のどちらの面に水晶発振子を取り付けるかは、使用条件によって決めてください。

1:HD10551入力感度について

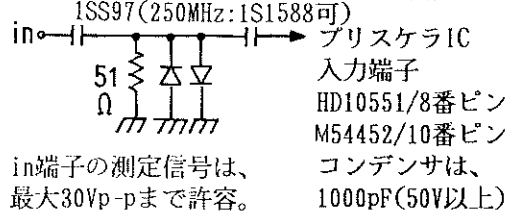
a:PAGE11の[入力感度対入力周波数特性]グラフをよく見ると、180MHz付近でVcc4.5Vと5.5Vでの感度特性が逆転しています。

250MHzでは、ほぼ20mVrmsの差になります。

限界領域で、シビアな感度が要求される場合には、HD10551のVccを4.5Vにしてみてください。10551のVccラインに、2本のダイオードを直列にして挿入すれば可です。

- b:【Vp-p : rms】 $1 V_{p-p} = 2\sqrt{2} \times 1V_{rms}$
つまり、 $1 V_{rms} = (1/2\sqrt{2}) \times 1 V_{p-p}$

2:プリスケラの過電圧破壊防止回路



in端子の測定信号は、最大30Vp-pまで許容。

ダイオード1個当たり0.5PF~1pf程度の容量(ショット・キー又は、PINダイオードの場合)があり、高周波領域では無視できない容量なので、その点は考慮してください。(防止回路を入れるか、否か)

3:超高精度校正の一般的な方法について

カラーTVの、映像クロマ回路のカラーバースト信号[3.57954545...MHz]で校正します。受信している放送局にもよりますが、クロマ回路でのPLL周波数精度は、 $\pm 1 \times 10^{-9}$ は確保できるでしょう。

(NHK各本局とJOAX-TVは、基準にルビジウム原子発振器(精度: $\pm 1 \times 10^{-11}$)でカラーバースト基準信号を作っていますので、TV側でのPLL精度は、 $\pm 1 \times 10^{-9}$ 程度になります)

信号の取り出しかたは、各自で研究してみてください。

4:プリスケラ使用時の小数点単位について

- a:HD10551-表示の100倍又は、1/100
- b:1/1024プリスケラ-表示値の1000倍又は、1/1000

(パルス・カウンタの場合は、直読はできません。[表示値×1024]してください)

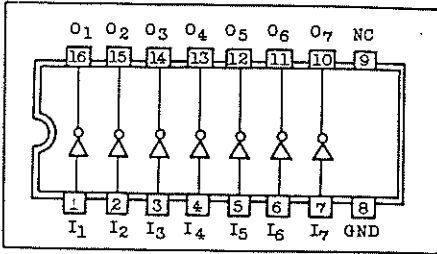
- 5:小数点(DP1~8)は、ICM7216B1PIの支配から解放する事ができ、自由に点灯させられます。DP端子に接続されたダイオードを基板に実装せず、LEDのDP端子をGNDに接続します。

6:初心者向け参考技術文献

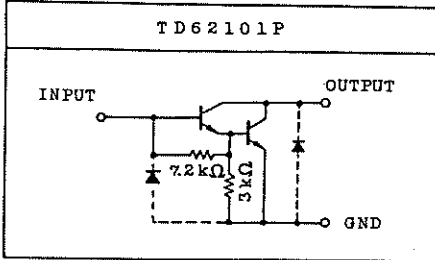
「電子回路部品:活用ハンドブック」
「トランジスタ技術:SPECIAL-N01」

使用半導体部品
端子接続図

TD62101P DARLINGTON DRIVER
ピン接続図



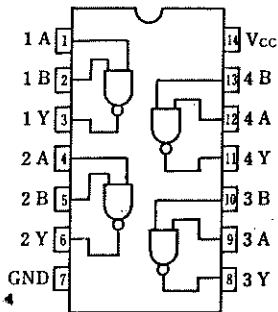
基本回路



74HC00
Quad 2-Input
NAND Gate

■端子接続

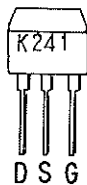
(Top View) 14 Lead Plastic DIP



2SA1015/2SC1815



2SK241

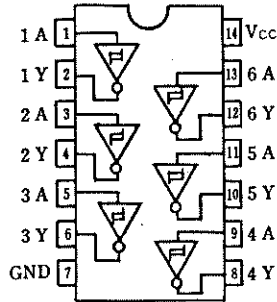


74HC14

Hex Schmitt Inverter

■端子接続

(Top View) 14 Lead Plastic DIP

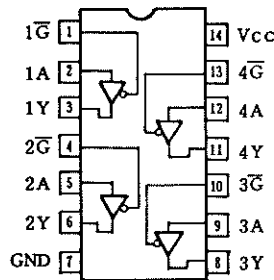


74HC125

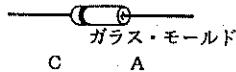
Quad Bus Buffer

■端子接続

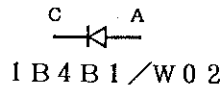
(Top View) 14 Lead Plastic DIP



1N4448



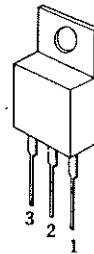
ガラス・モールド



7805/14305

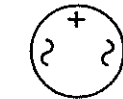
■外形 (TO-220)

3端子定電圧電源



ピン配置
1. 出力
2. GND
3. 入力

(注) 放熱フィンが2ピンに接続されています。



~ は、交流入力

8桁万能周波数カウンタ・キット
製作・技術マニュアル
1987年3月10日
(有)秋月電子通商
あきづきでんし HUY®

改定

'87-6-15

88-10 3,000