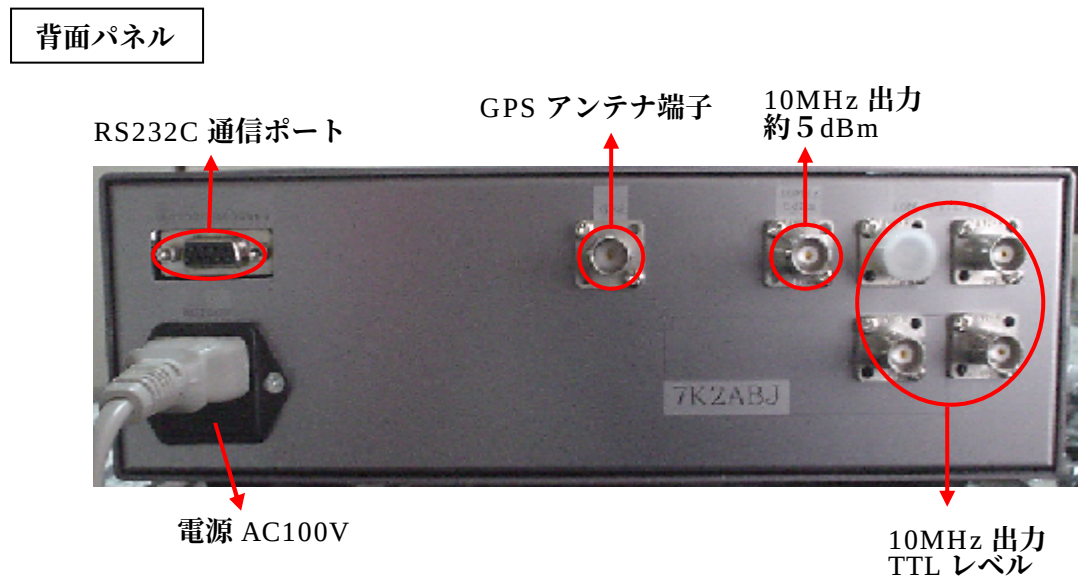
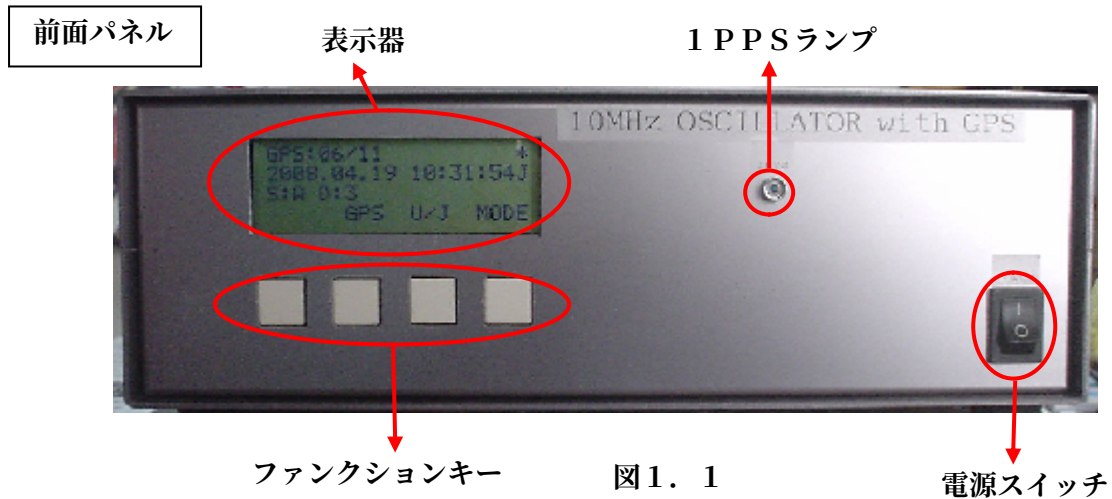


時計機能付きGPS同期型10MHz基準信号発生器

取り扱い説明書

1. パネル



2. セットアップ

- ①電源ケーブルを AC100V（コンセント）に接続します。
- ②GPS アンテナのケーブルを GPS アンテナ端子（BNC）へ接続します。
- ③10MHz 出力を必要に応じて接続します。

3. 基準発振器を使う

①電源 SW を ON します。

②しばらくすると 1 PPS のランプが点滅をはじめます。

5 分くらい経過しても点滅を始めない時は表示器の衛星捕捉情報で解析衛星数を確認し、2 個以下であれば GPS からの電波受信状態が良くないので、GPS アンテナの位置を変えるなどして解析衛星数の数が増えるようにして下さい。(項 4 も参照)

③ 1 PPS のランプが点滅を開始すると表示器の衛星捕捉情報で解析衛星数が 4 個以上になっているか、または表示器で“ D : ”の表示の後に“ 3 ”の表示が出ていることを確認します。数分経過しても“ 3 ”の表示が出ない場合は GPS アンテナの位置を調整して下さい。

④ “ 3 ”の表示が確認できたら、そのまま 2 4 時間以上経過すると GPS にロックし表示器の右上に“ * ”の表示が出ます。この表示が出れば 1 0 M H z は GPS クロックに $\pm 1 \times 10^{-9}$ の精度でロックできています。さらに時間の経過とともに精度は良くなります ($\pm 5 \times 10^{-11}$)。(図 3. 1 参照)
基準発振器を使用するだけであれば、特にキー操作をする必要はありません。

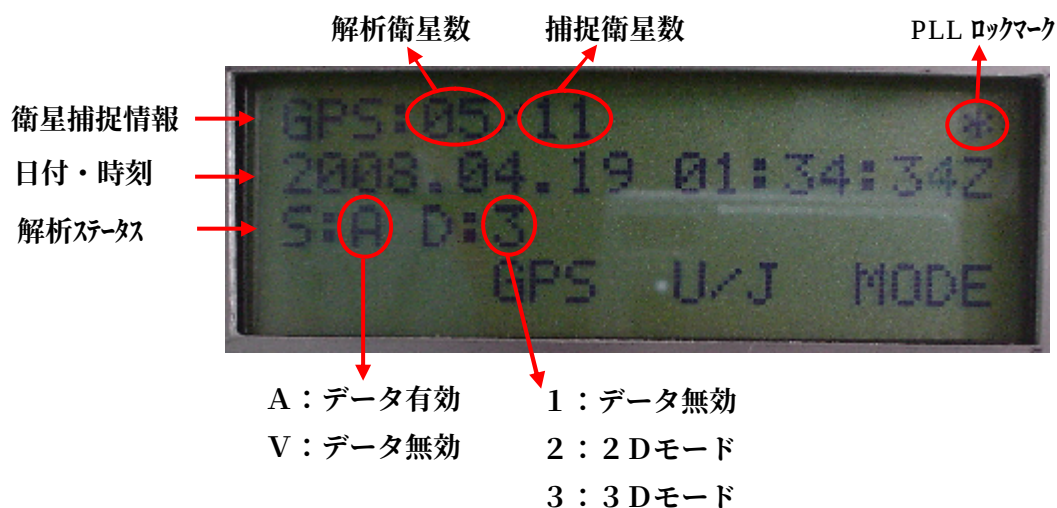


図 3. 1

4. 画面とキー操作

4. 1 基本操作

電源 SW を ON すると最初に表示されるのが画面 A (図 4. 1) です。

画面はデータ表示エリアとファンクションキー機能表示エリアに分かれています。

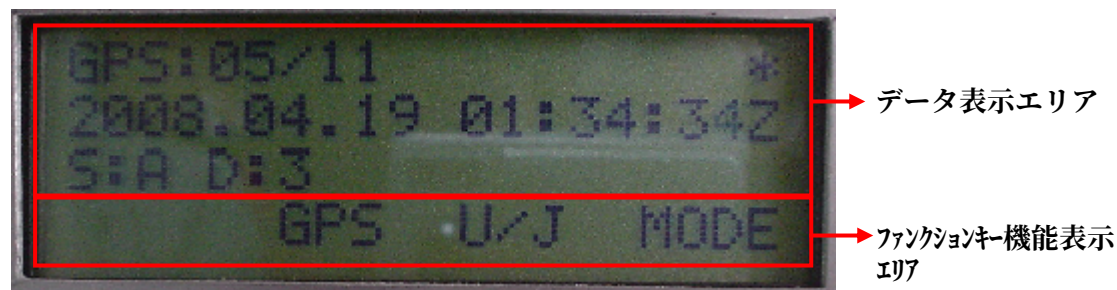


図 4. 1

ファンクションキー機能表示の下にあるキー (図 1. 1 参照) を押すことで他の画面へ切り替えることができます。切り替えるファンクションキーと切り替わる画面の関連を図 4. 2 に示します。

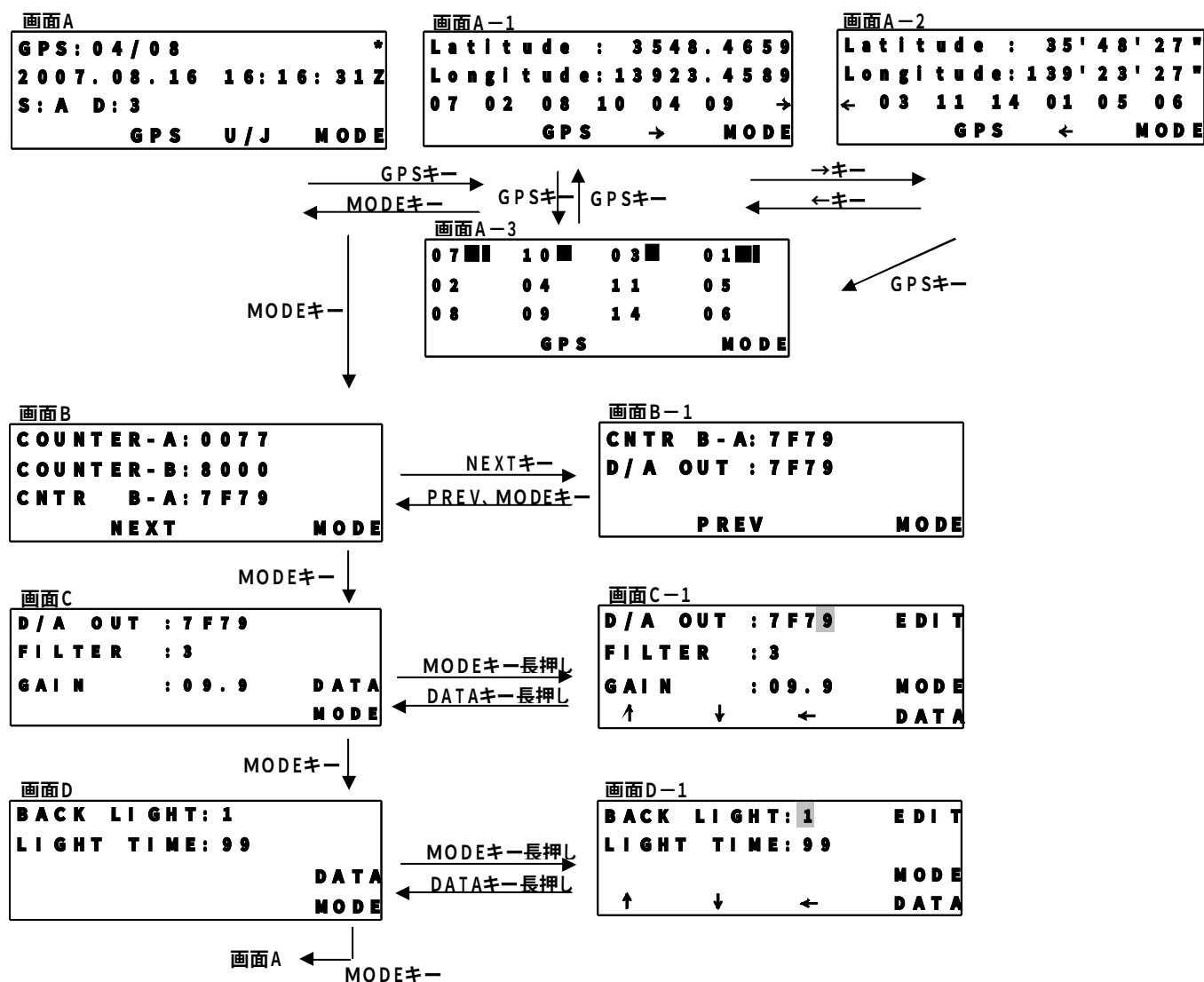


図 4. 2 画面切替構成

画面Aで「MODE」キーを押すと画面Bへ切り替わります。画面Bで「MODE」キーを押すと画面Cへ、画面Cで「MODE」キーを押すと画面Dへ、画面Dで「MODE」キーを押すと画面Aへサクリックに切り替わります。

4. 2各画面とキー操作

4. 2. 1画面A（メイン画面）

この画面は電源投入後に表示される最初の画面です。

1行目左側にGPSからのデータで衛星捕捉情報を表示します。数値は分子が解析衛星数（座標算出に使用している衛星数）、分母は捕捉衛星数（見えている衛星数）です。使用しているGPSは同時捕捉衛星数は12個なので、最大値は12になります。1行目右端にはPLLロック状態で“*”を表示します。この表示が出ていれば10MHzを基準として使用できます。もし、何らかの原因で解析衛星数が3個以下になり1PPSの精度が低下した場合（解析ステータスのD=2以下）になるとロック表示は“+”となります。この状態では10MHzは内部のOCXOの精度に低下しています。

2行目は日付と時刻表示です。GPSのデータで表示を作成していますので、電源投入直後は不定な値となります。GPSデータを使いますので、時刻の設定画面はありません。

3行目はGPS衛星解析ステータスです。“S：”はデータの有効性で“V”はデータ無効、“A”はデータ有効を示します。“D：”は座標解析モードで、“1”はデータ無効、“2”は2D（2次元）、“3”は3D（3次元）を示します。GPSの1PPSがGPSからのクロックに同期するためには“3D”でなければなりません。“3D”になるためには解析衛星数が4個以上必要です。GPSアンテナを見通しの良い場所に設置し、解析衛星数が4個以上になるようにして下さい。

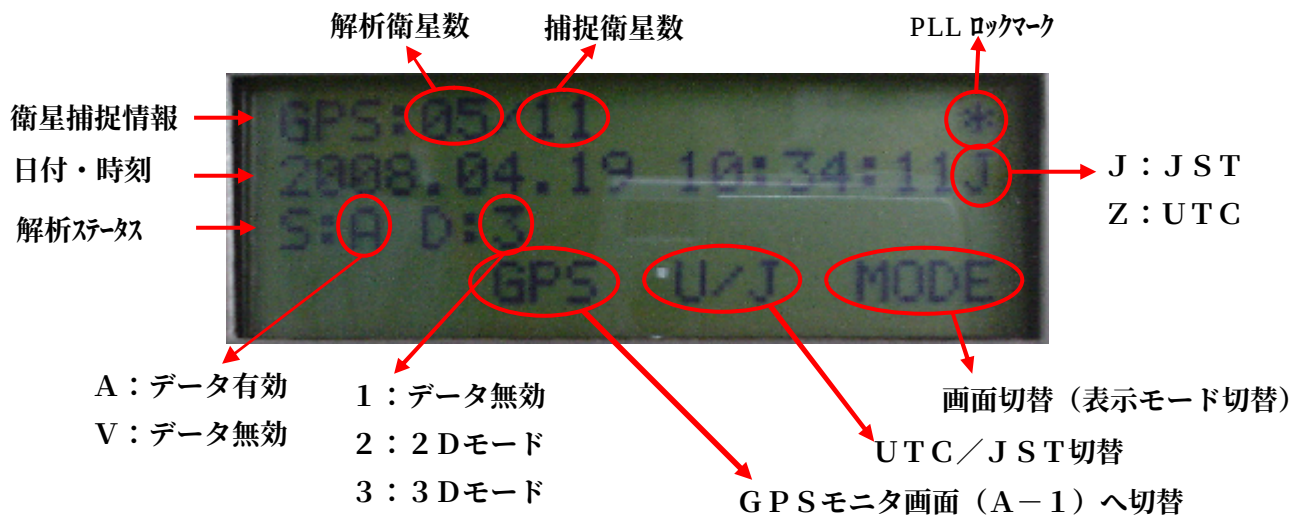


図4. 3

4行目はファンクションキーの機能を表示します。「GPS」キーを押せば画面A-1へ切り替わります。「U/J」キーは時刻表示のUTCとJSTの切替で、押す毎に交互に切り替わります。どちらの表示になっているかは時刻の最後に“Z”と表示されていればUTC、“J”と表示されていればJSTです。

4. 2. 2画面A-1 (GPS情報1)

画面Aで「GPS」キーを押すとこの画面に切り替わります。

1行目は緯度データを表示し、2行目は経度データを表示します。表示データはGPSから受信したデータそのままです。3行目は解析に使用している衛星番号です。これもGPSからのデータそのままです。GPSは最大12衛星を解析できるので、12衛星を表示する必要がありますが、表示スペースの関係でこの画面では6衛星までです。残りは次の画面(画面A-2)になりますが、次へ続くことを示すために右端に“→”を表示しています(衛星番号の有無は関係ありません)。

ファンクションキーの「GPS」を押せば画面A-3へ、「→」を押せば画面A-2へ、「MODE」を押せば画面Aへ切り替わります。

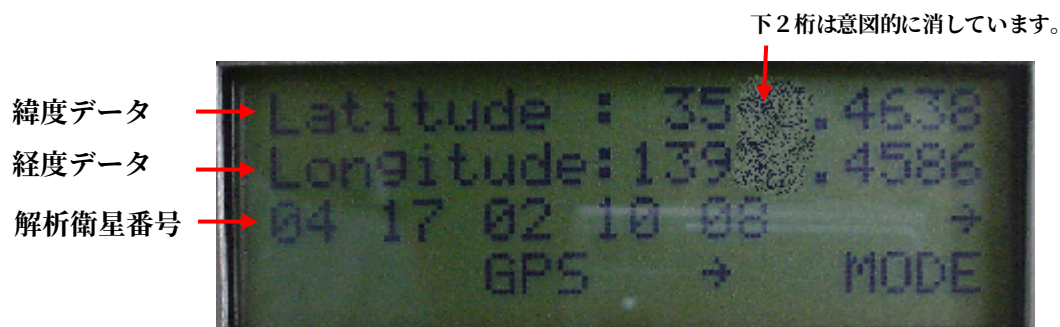


図4. 4

4. 2. 3画面A-2 (GPS情報2)

画面A-1で「→」キーを押すとこの画面に切り替わります。

表示内容は画面A-1と同様です。緯度、経度は度、分、秒で表示します。解析衛星番号は画面A-1で表示できなかった残り6衛星を表示します。衛星番号が無い場合は“スペース”(何も表示されない)となります。

ファンクションキーの「GPS」を押せば画面A-3へ、「←」を押せば画面A-1へ、「MODE」を押せば画面Aへ切り替わります。



図4. 5

4. 2. 4画面A-2 (GPS情報3)

画面A-1および画面A-2で「GPS」キーを押すとこの画面に切り替わります。

捕捉中の衛星番号とその衛星の SNR (C/N 値、単位 dB/Hz) レベルを横の棒グラフで表示します。棒グラフはキャラクタドットを使った簡易グラフ表示となっています。キャラクタは1ドット幅の縦棒から5ドット幅の縦棒まで1ドット毎に準備して切り替えて表示することで横方向の伸び縮を表示します。SNR 最大99dB/Hz を3キャラクタ使って表示しますので、1キャラクタあたり33dB/Hz となり1ドットの棒が6.6dB/Hz に相当します。このGPS は33dB/Hz 以上あれば解析できているようなので、棒が1キャラクタ(5ドット幅)以上になるようにアンテナ位置を調整すると良いでしょう。ちなみに図4.6では13番の衛星はレベル不足で解析できていません。棒の無い衛星はレベル不足でレベル値も計算できない状態だと考えられます。

ファンクションキーの「GPS」を押せば画面A-1へ、「MODE」を押せば画面Aへ切り替わります。

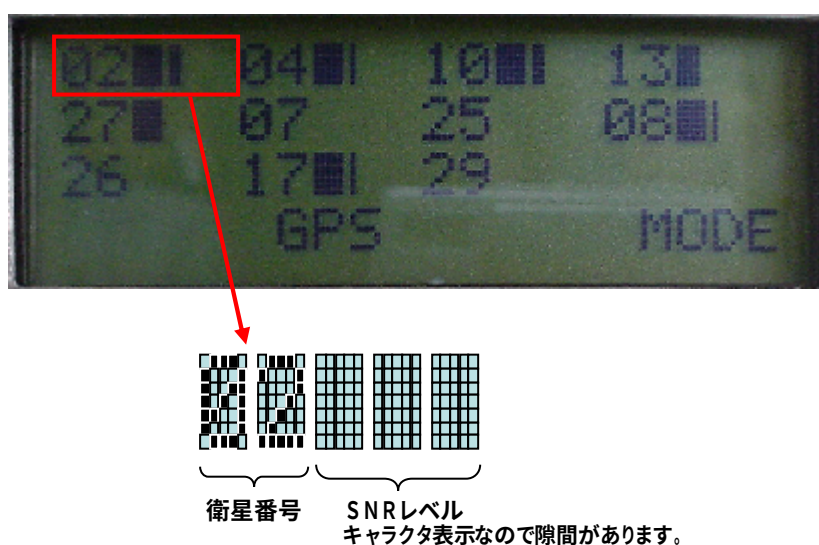


図4. 6

4. 2. 5 画面B（位相検出カウンタ情報）

画面Aで「MODE」キーを押すとこの画面に切り替わります。

1行目はカウンタA、2行目はカウンタB、3行目はカウンタの差（B－A）を表示します。カウンタAは10MHzを分周した1Hzの立ち上がりエッジでカウント開始し、カウンタBはGPSからの1PPSの立ち上がりエッジでカウント開始します。両方の信号がそろったところで割り込みを発生させてカウンタの値を読み込みリセットします。カウンタの差がそれぞれの信号の位相差となりますので、この差が変化しなくなるように制御すれば1PPSにロックしたことになります。

図4. 7ではカウンタAの値が大きいますが、電源投入のタイミングによっては1PPS信号立ち上がりを先に検出する場合があります。この場合はカウンタBの値が大きくなります。いずれの場合もカウンタB－Aが変化しなくなるように制御しています。

ファンクションキー「NEXT」を押せば画面B－1へ、「MODE」を押せば画面Cへ切り替わります。



図4. 7

4. 2. 6 画面B－1（D/A出力情報）

画面Bで「NEXT」キーを押すとこの画面に切り替わります。

1行目はカウンタの差（B－A）、2行目はD/A出力値を表示します。動作の確認用に作成したのでこの値を見てどうこうするわけではありません。

ファンクションキーの「PREV」を押せば画面Bへ、「MODE」を押しても画面Bへ切り替わります。

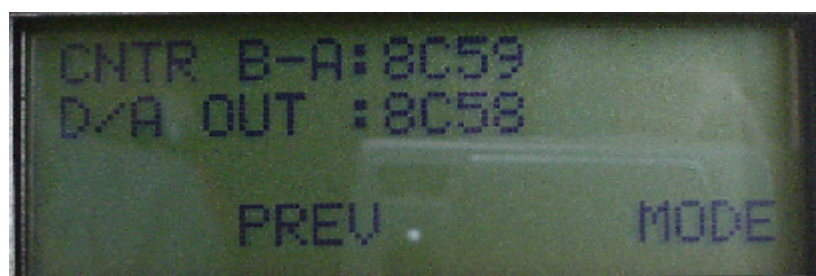


図4. 8

4. 2. 7画面C (D/A出力値、ゲイン、フィルタ情報)

画面Bで「MODE」キーを押すとこの画面に切り替わります。

1行目はD/A出力値、2行目はフィルタ時定数、3行目はゲインです。

ファンクションキー「MODE」の上に表示されている「DATA」はファンクションキーを長押し（1秒以上）した場合の機能です。



図4. 9

4. 2. 8画面C-1 (D/A出力値、ゲイン、フィルタ設定)

画面Cで「DATA/MODE」キーを長押しするとこの画面に切り替わり、編集モードとなります。画面1行目の右端には“EDIT”の表示がでてデータ編集中であることを示します。

カーソルが1行目の最小桁（右端）に表示されます。「←」キーでカーソルの位置を変更します。1回押す毎に左の桁へ移動して最上位桁へ行き、さらに「←」キーを押すと最下位桁へ移動します。数値を変更したい桁へカーソルを移動させます。「↑」キーでカーソルの桁の数値を増加させます。桁上がりが発生すれば上の桁まで増加していきます。「↓」キーでカーソルの桁の数値を減少させます。上の桁から桁下がりして数値が変化します。

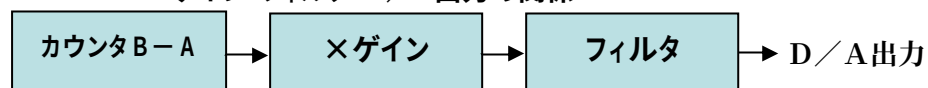
次の行に表示されているデータへカーソルを移動させるには「DATA」キーを押します。押す毎に下の行へカーソルが移っていき、一番下のデータで「DATA」キーを押すと一番上のデータへカーソルが移動します。

なお、データ編集中はD/Aの出力は設定されたデータとなりPLLのデータは出力されません。D/A出力合成回路の調整に使用します。PLLロック中に編集中のまま長時間放置するとPLLロックがはずれることがありますので注意して下さい。

「DATA/MODE」キーを長押しすると編集モードを終了し画面Cへ戻ります。D/A出力の設定値は無効となりPLLのからの出力値に切り変わります。



ゲイン・フィルタ・D/A出力の関係



カウンタからD/A出力を作る場合にOCXOのコントロール電圧特性とD/A出力値の変化率を合わせるために長時間のテストが必要と考えて、ゲインとフィルタ時定数をパラメータ設定とし、色々テストして最適値を求めるようにした。(ソフトに埋め込まず好きに変更できるようにした。)

図4. 10

※それぞれのデータには設定範囲があります。ただし、D/AOUTは16進数で範囲はありません。(FFFFを越えると0へ戻ります)

項目	設定数値範囲
D/A OUT	0～FFFF (FFFF⇔0へ変化：リミット無し)
FILTER	1～9
GAIN	0.1～99.9

4. 2. 8画面D（バックライトパラメータ表示）

画面Cで「MODE」キーを押すとこの画面に切り替わります。

1行目がバックライトフラグ、2行目がバックライトタイマー値です。

バックライトフラグが“0”の場合はバックライトは常時消灯になります。バックライトフラグが“1”の場合はバックライト点灯モードになり、バックライトタイマーにより点灯モードが替わります。

バックライトフラグが“1”の場合にバックライトタイマーが“0”の場合は常時点灯モードになり、バックライトタイマーが“0”以外（1～99）ではその設定時間だけキー操作後点灯します。



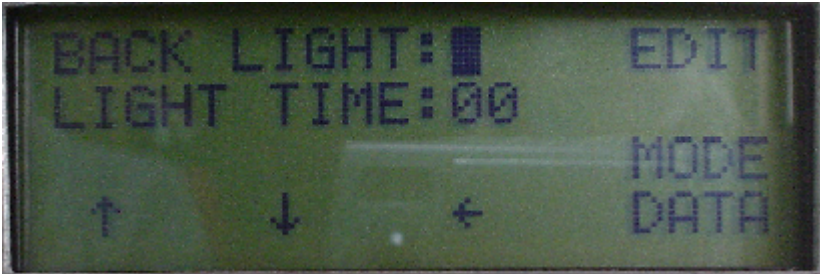
バックライトの点灯モード			
BACK LIGHT	0	1	
LIGHT TIME	無効	0	1～99
点灯モード	常時消灯	常時点灯	キー操作後 設定時間点灯 設定値1で約1秒

図4. 1 1

4. 2. 8画面D-1（バックライトパラメータ設定）

画面Dで「DATA/MODE」キーを長押しするとこの画面に切り替わります。

カーソルの位置は「←」キーで移動させ、「↑」「↓」キーで値を変更します。設定データを変えるには「DATA」キーを押せば次のデータへ移ります。



※それぞれのデータの設定範囲です。

項目	設定数値範囲
BACK LIGHT	0、1
LIGHT TIME	0～99

図4. 1 2

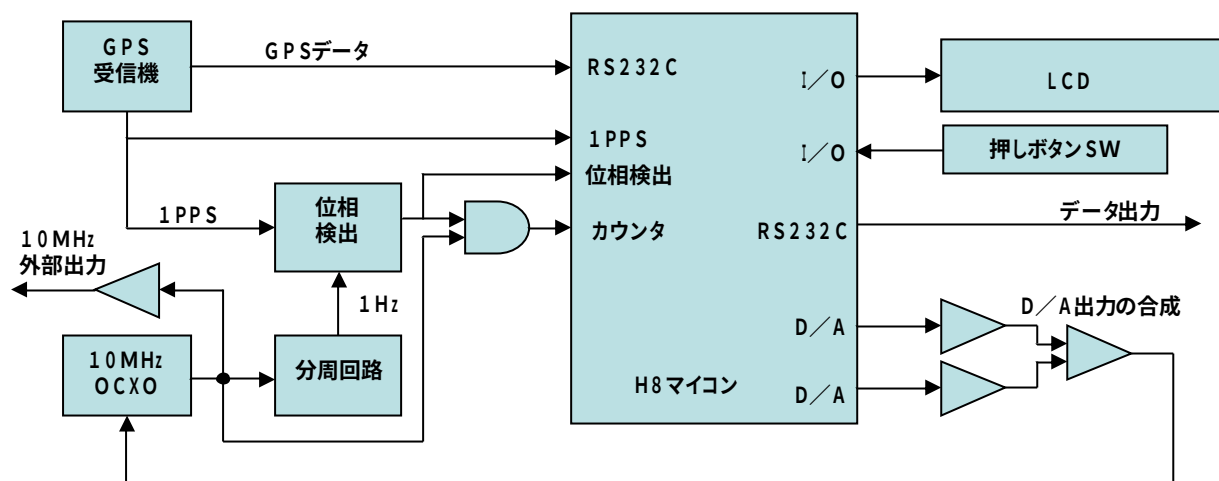
<付録1>

<本器の仕様一覧>

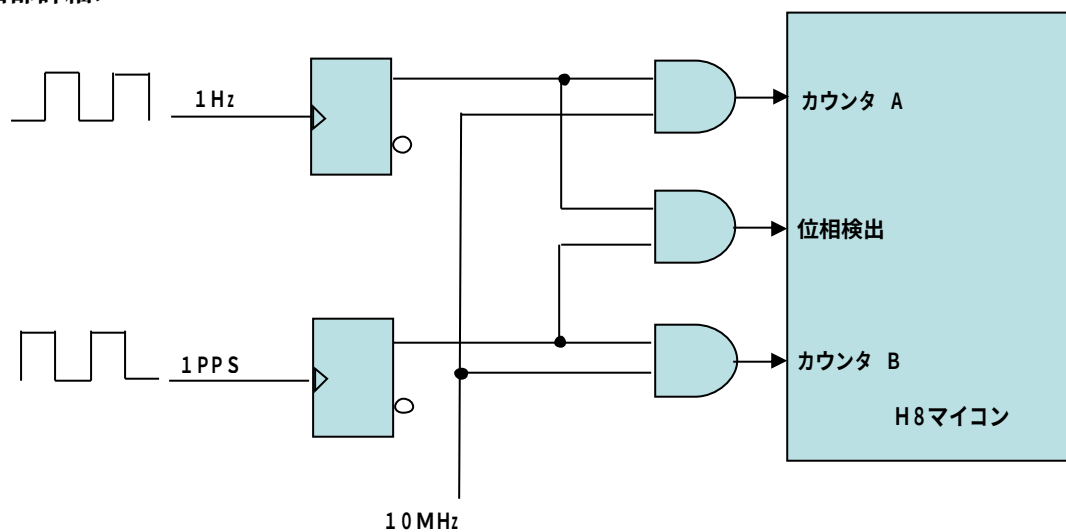
<基本仕様>		
電源	AC100V	
10MHz (出力)	SinWave 5dBm	BNC×1
	TTL	BNC×4
GPS (入力)	BNC×1	
周波数確度	±5×10 ⁻¹¹	
周波数安定度	2×10 ⁻¹¹	
<表示>		
画面番号	項目	内容
A	GPS捕捉状態	解析衛星数 (位置データ算出使用衛星) と捕捉衛星数
	時刻表示	年・月・日 時・分・秒 (JST、GMT切り替え)
	GPS信号有効状態	信号状態 (A/Vおよび1/2/3)
	GPSロック状態	10MHzのロック状態
A-1	緯度経度	GPSの情報緯度・経度を実数表示
	解析衛星番号	解析に使用している衛星の番号を最大12個のうち前半6個を表示
A-2	緯度経度	GPSの情報緯度・経度を度・分・秒表示
	解析衛星番号	解析に使用している衛星の番号を最大12個のうち後半6個を表示
A-3	捕捉衛星信号レベル	捕捉衛星番号とその衛星のSNRを簡易棒グラフ表示
B	1PPS位相カウンタ値	カウンタA、カウンタBおよびB-A
B-1	D/A出力値	カウンタB-AとD/A出力データ
C	D/A出力値	D/A出力データ
	D/A出力ゲイン	ゲイン
	フィルタ時定数	フィルタ時定数
C-1	D/A出力手動設定	D/A出力値設定
	D/A出力ゲイン設定	ゲイン設定
	フィルタ時定数設定	フィルタ時定数設定
D	バックライトフラグ	バックライトフラグ
	バックライトタイマー	バックライトタイマー
D-1	バックライトフラグ設定	バックライトフラグ設定
	バックライトタイマー設定	バックライトタイマー設定

<付録 2>

<ハードウェアブロック図>



<位相検出部詳細>



<付録3>

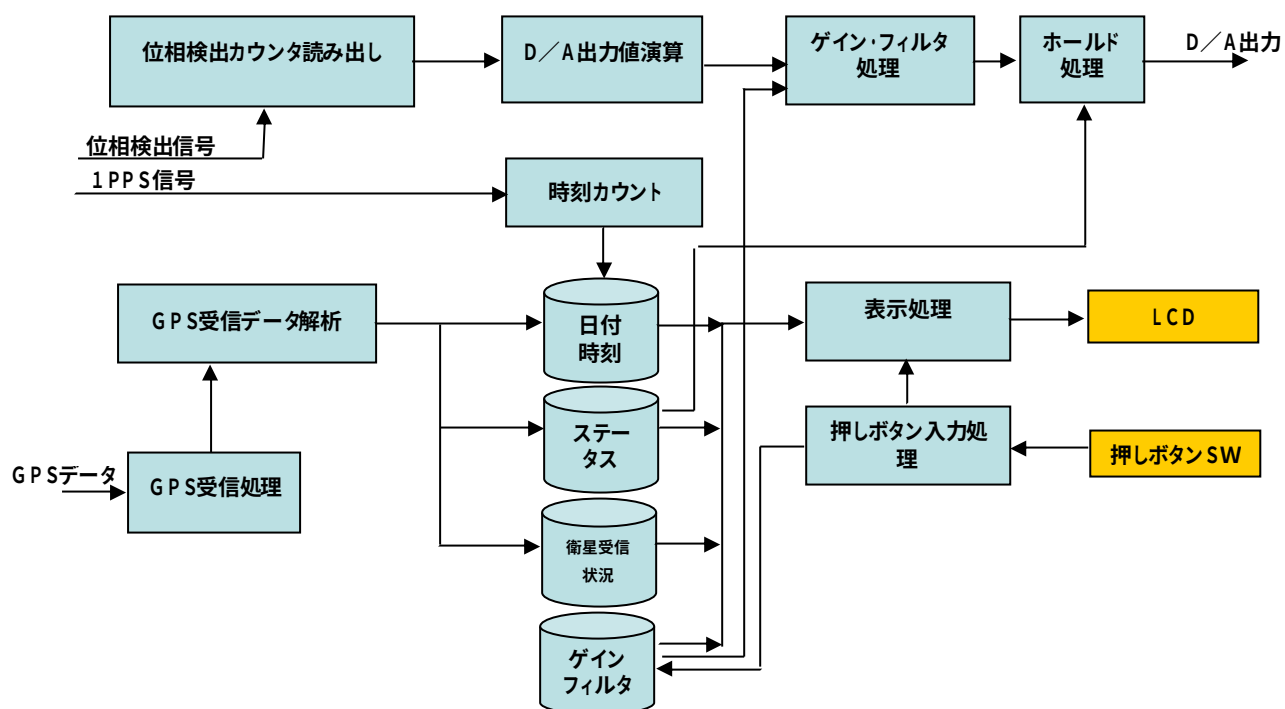
<内蔵GPSの仕様>

型名	DC－210		
メーカー名	Axis Electronics Manufacturing(Chengdu) Inc.Ltd.		
Specifications (資料より抜粋)			
● Tracks up to 12 satellites. ● Receiver: L1, C/A code ● Snap Start: <3 sec(at < 25 minutes off period). ● Update rate: 1 HZ. ● Acquisition time - Reacquisition 0.1sec.averaged - Hot start 8 sec., averaged - Warm start 38 sec., averaged - Cold start 45 sec., averaged ● Position accuracy: ◆ Non DGPS (Differential GPS) - Position 5-25 m CEP without SA - Velocity 0.1 m/sec, without SA - Time 1 usec sync GPS Time ◆ DGPS (Differential GPS) - Position 1 to 5 m, typical - Velocity 0.05 m/sec, typical ◆ EGNOS/WAAS/Beacon - Position < 2.2 m, horizontal 95% of time < 5 m, vertical 95% of time ● Dynamic Conditions: - Altitude 18,000 meters (60,000 feet)max - Velocity 515 meters / second (700 knots) max - Acceleration 4 G, max - Jerk 20 meters/second, max		● Antenna Type: Built in Patch Antenna ● Minimum signal tracked: -175dBW ● Dimension: 66×51×22.5 mm ● Weight : <100g ● LED function: - power On/Off and Navigation - Update Indication ● Operation Temperature: -40 ℃to +80 ℃ ● Store Temperature: -45 ℃to +100 ℃ ● Operation Humidity: 5% to 95% No condensing. ● Power consumption <170mA at 4.5- 5.5V input ● Protocol and interface: ◆ NMEA output protocol: V.2.2 - Baud rate: 4800 bps - Data bit: 8 - Parity: N - Stop bit: 1 - Output format: - Standard: GGA,GSA,GSV, RMC. - Optional: GLL,VTG, SiRF binary ◆ Interface: - RS232 + CMOS TTL Level, or - RS-232 + DGPS	

※アンテナ一体型であったが、アンテナを取り外し GPS 基板だけとした。さらに1 PPS 出力を取り出す改造を施した。

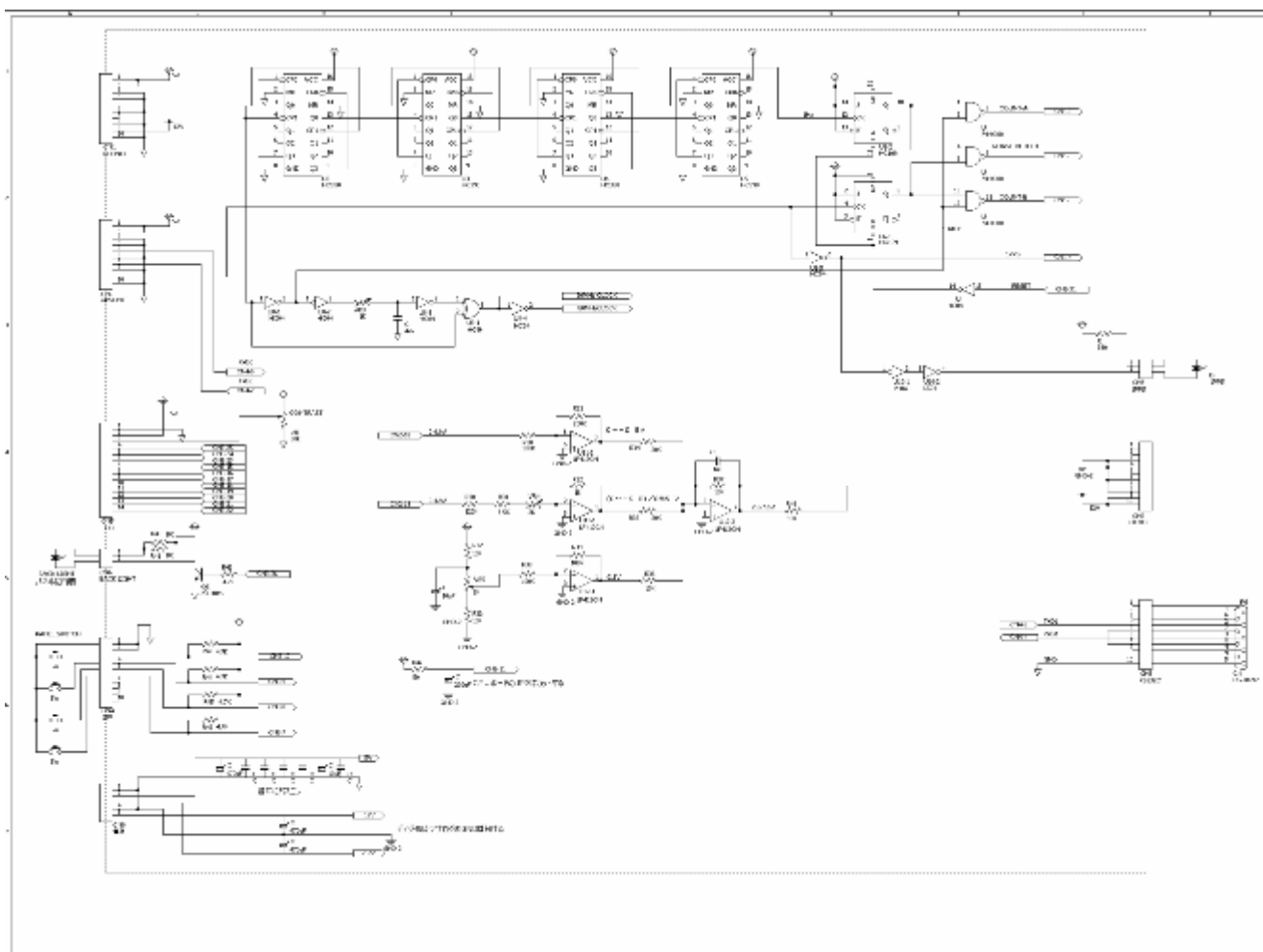
<付録4>

<ソフトウェアブロック図>



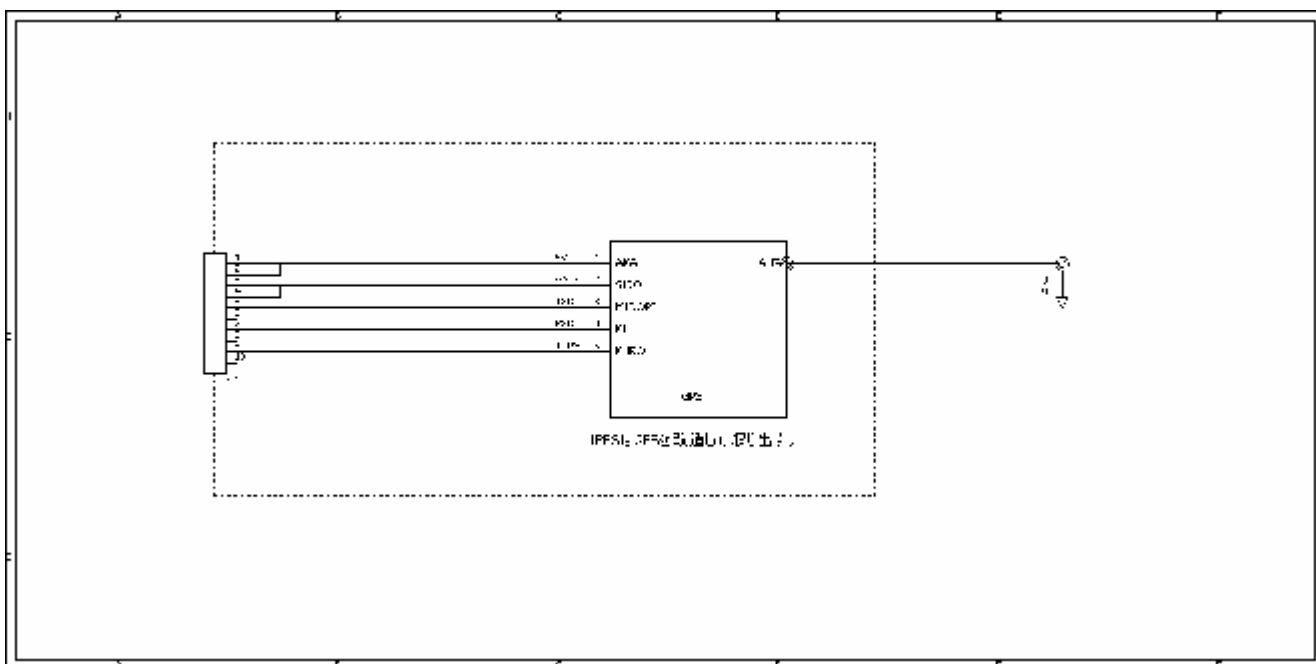
<付録5>

<CPU UNIT回路図>

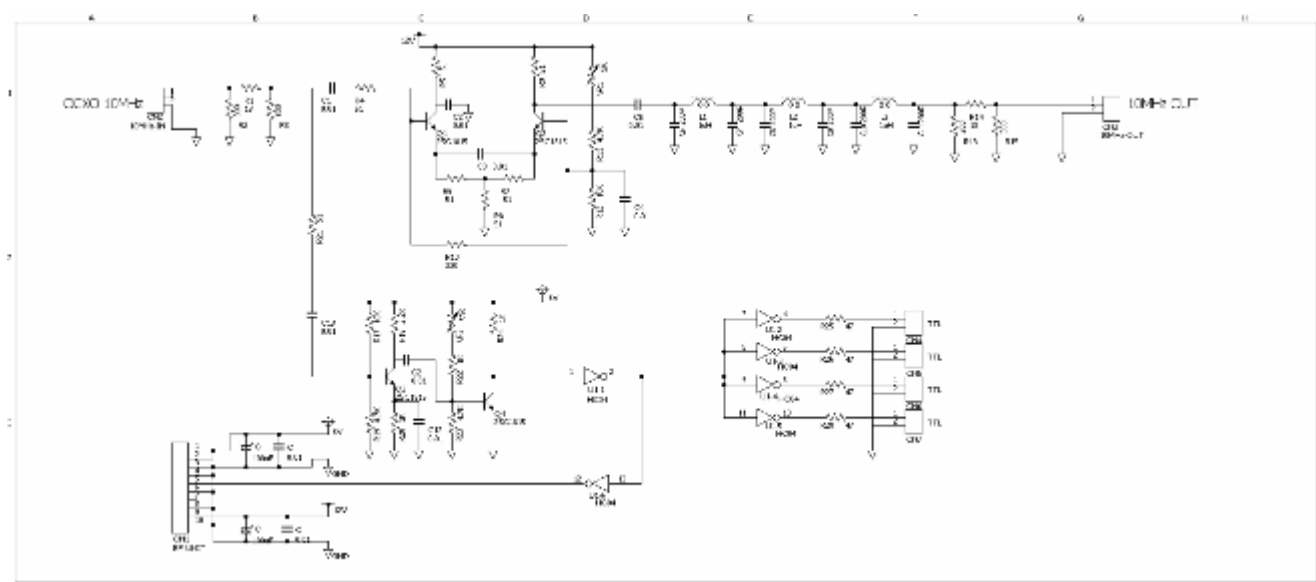


※CPU UNITの回路です。CPUボードにはAKI-H8/3052Fボードを使いました。AKI-H8そのものは回路図にはありません。CNx-xxの番号はAKI-H8のコネクタ番号とピン番号です。

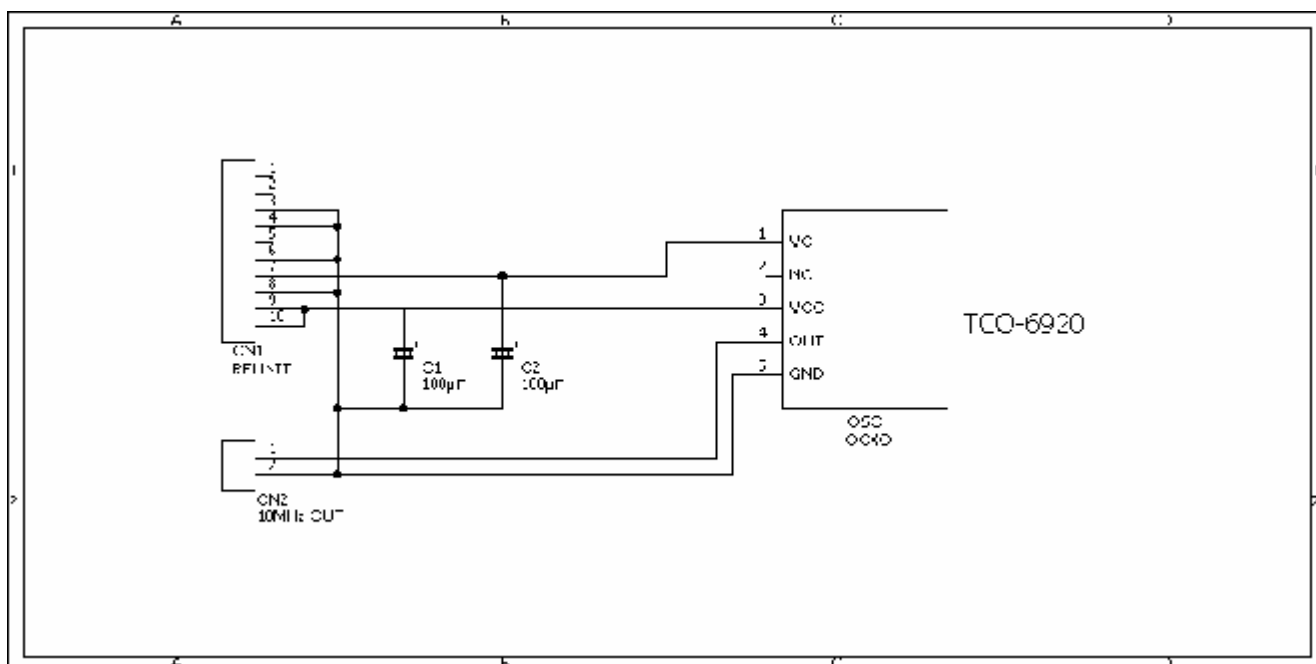
<GPS UNIT回路図>



<RF UNIT回路図>



<OCXO UNIT回路図>



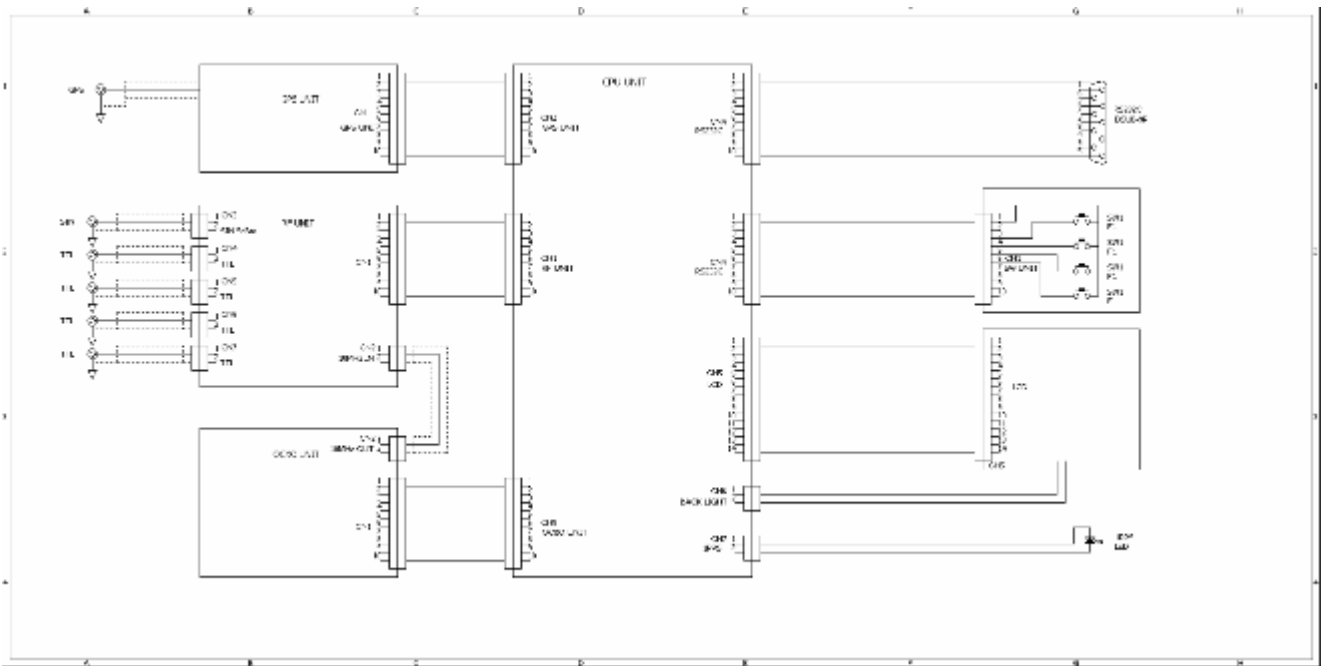
＜TCO-6920 の特長と仕様＞

特長：低雑音・SC カット振動子・ダブルオープン

仕様：以下の表

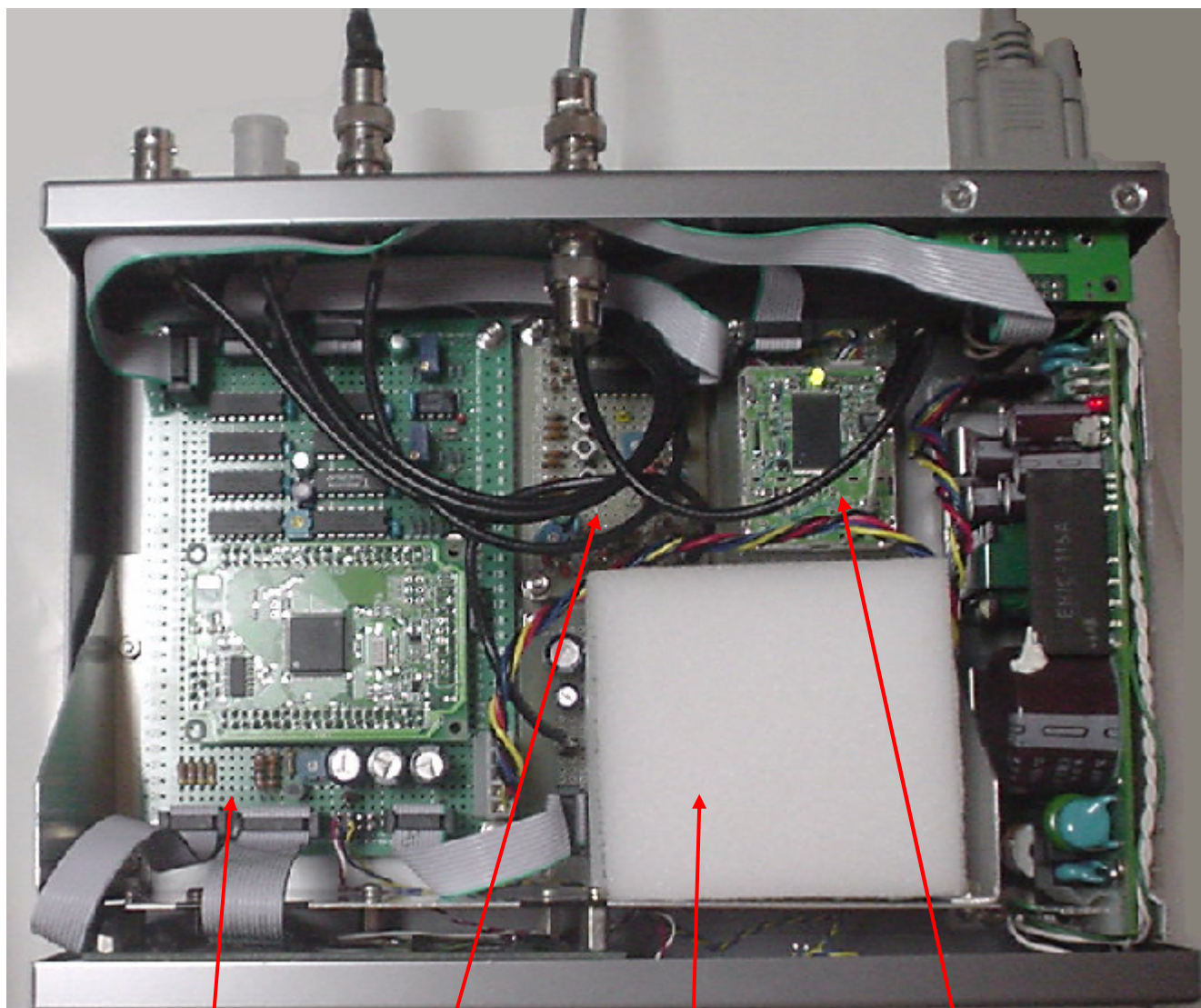
項目	記号	仕様	条件
標準出力周波数	f_o	10 MHz	
電源電圧	V_{cc}	12 V ± 0.6 V	
保存温度範囲	T _{stg}	-40 °C ~ +80 °C	輸送時 (長期保存は常温)
動作温度範囲	T _{use}	-30 °C ~ +70 °C	
周波数温度特性	I _{o-Ic}	$\pm 5 \times 10^{-10}$ / Max.	-30 °C ~ +70 °C
電源電圧変動特性	I _{o-Vcc}	$\pm 2 \times 10^{-10}$ Max.	V _{cc} =12 V ± 0.6 V
周波数経時変化	F _{aging}	15 $\times 10^{-11}$ / day Max	30 日動作後
立上り特性	—	12 $\times 10^{-8}$ / 10 min Max	125 °C
出力負荷条件	R _L	50 Ω (5 dBm Min.)	Sine wave
消費電流	起動時	1050 mA Max.	
	安定時(+25 °C)	300 mA Max.	
周波数可変範囲	F _{cont}	$\pm 3 \times 10^{-1}$ Min.	V _o =5 V ± 5 V
質量	—	100 μ Max.	

＜各UNITの接続図＞



<付録6>

<内部の配置・配線状況>



CPU UNIT

RF UNIT

OCXO UNIT
(発砲ウレタンの断熱材で
覆っている)

GPS UNIT

設計・製作	
氏名	崎山 洋二
CALL	7K2ABJ
住所	
資格	第一級アマチュア無線技士

2008.05.31