

YM3812

9-ch, 2-op. FM sound generator
(OPL II)

■概 要

OPLII (FM OPERATOR type-LII) は、コンピューターゲーム機器、文字多重放送機器等の音源として適合する LSI です。メロディ音色に FM 音源を採用し、またリズム音色は楽器の特徴を持った音源を内蔵しました。そして、これらの音源を CPU からのソフトウェアでコントロールすることで、いろいろな音色を作成できます。

さらにビブラート、トレモロなどの効果を得るために LFO を内蔵しており、ソフトウェアの負荷をかるくしています。

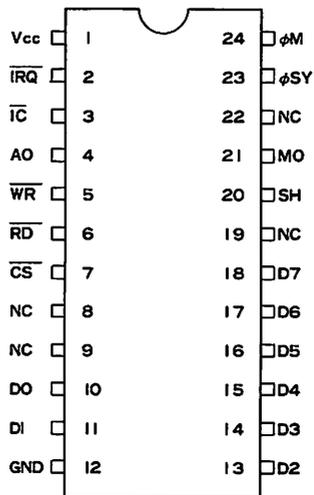
尚、OPLII は専用 DAC YM3014 と簡単にインターフェイスできます。

■特 徴

- * FM方式の音源を採用し、リアルなサウンドを作ることが可能
- * モード選択により 9 音同時発音あるいは、メロディー音 6 音・リズム音 5 音の 2 つを切り換え可能。いずれの場合も異音色に出来ます。
- * ビブラート発振器／振幅変調発振器をともに内蔵
- * 2 つのプログラマブルタイマー内蔵
- * 複合正弦波音声合成が可能
- * 入出力は TTL コンパチブル
- * Si-gate CMOS LSI
- * 5 V 単一電源
- * 24 ピンプラスチック DIP (YM3812)、または 24 ピンプラスチック SOP (YM3812-F)

OPL™ は、ヤマハの商標であり、YM3812(OPL2) とレジスタレベルでの互換性が保証される音源 LSI であることを表します。

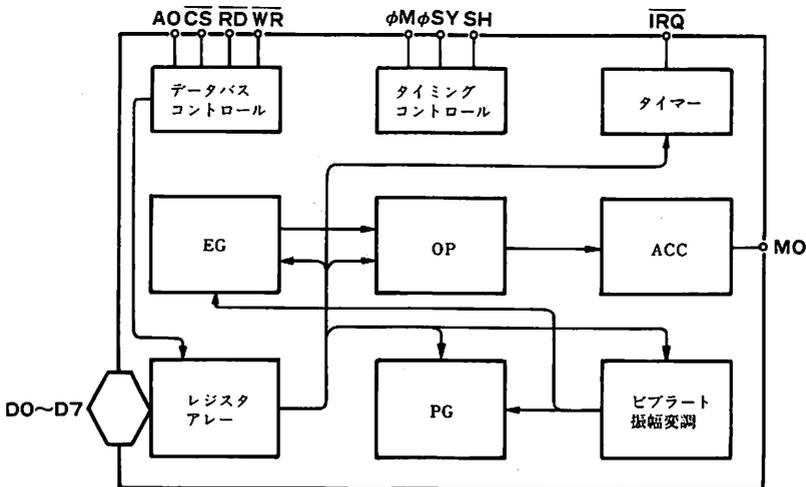
■端子配置図



*NC : No Connection

TOP VIEW (24pin DIP, 24pin SOP 共通)

■ブロック図



■端子機能

1. ϕM

OPLIIのマスタークロックです。入力周波数は3.58MHzです。

2. $\phi SY \cdot SH$

FM音源のデジタル出力をアナログ値へ変換するD/Aコンバーターを駆動するためのクロック(ϕSY)と同期信号(SH)です。

3. $D0 \sim D7$

8ビットの双方向性バスで、OPLIIとプロセッサ間のデータのやりとりをします。

4. $\overline{CS} \cdot \overline{RD} \cdot \overline{WR} \cdot AO$

$D0 \sim D7$ の双方向性バスをコントロールします。

| CS | RD | WR | AO | |
|----|----|----|----|---------------------------------|
| 0 | 1 | 0 | 0 | OPLIIにレジスタのアドレスを書き込みます。 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | OPLIIにレジスタの内容を書き込みます。 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | OPLIIのステータスの内容を読み出します。 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | バスのデータは保証されません。 |
| 1 | x | x | x | $D0 \sim D7$ のバスラインは高インピーダンスです。 |

5. \overline{IRQ}

2つのタイマーから出力される割り込み信号。プログラムによりマスク可能です。

6. \overline{IC}

低レベルの時システムリセットになります。レジスタアレーの内容がすべて"0"になります。

7. MO

FM音源のデジタル出力です。したがって外部にD/Aコンバーターが必要です。

8. VCC

+5Vの電源端子

9. GND

接地端子

■機能概要

OPLIIは、メロディ9音同時発音あるいはメロディ6音・リズム5音同時発音の二つの発音モードを持っています。そして、9音あるいは6音の音色をそれぞれ別の音色に設定して発音させることが可能です。これらの操作は全てソフトウェアでコントロールできますので、ゲーム機器、文字多重放送等のコンピュータ応用機器の音源システムとして最適です。

OPLIIにおけるFM方式では、9チャンネル2オペレータ方式で音色作成を行い、そのアルゴリズムは次式で表す事が出来ます。

$$F_1 = I_1 \sin \omega_1 t + I_2 \sin \omega_2 t \quad (1)$$

$$F_2 = I_1 \sin (\omega_1 t + I_2 \sin \omega_2 t) \quad (2)$$

この場合、(1)式はサイン波を合成して音色作成を行い、(2)式ではサイン波がサイン波を変調する、いわゆるFM変調を行うこととなります。

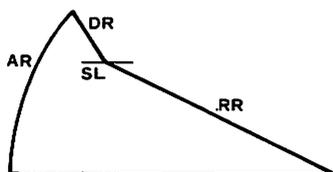
リズム音色は、ノイズジェネレータと数種類の波形をミキシングする合成器で各リズム特有の音色が作成されます。発音可能なリズム音は、バスドラム(BD)、スネアドラム(SD)、ハイハット(HH)、トップシンバル(TC)、タム(TOM)の5種類です。

OPLIIの内部構成は、9つの機能ブロックで表すことが出来ます。各ブロックの機能は下記の通りです。

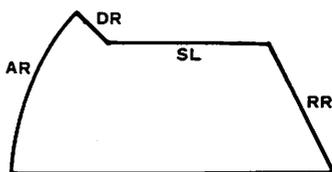
- ① レジスタアレー : 音色パラメータ、周波数情報等のFM演算のためのデータがセットされます。OPLIIのすべての機能は、このレジスタアレーにセットされたデータによってコントロールされます。
- ② フェイズジェネレータ : オペレータの周波数(位相)情報発生回路です。レジスタに設定された周波数情報のデータに対応した位相データを発生して、オペレータの発音周波数を決定します。
- ③ エンベロープジェネレータ : 音の時間的な変化(エンベロープ)を発生する回路です。レジスタデータに対応してオペレータにエンベロープを与えます。
- ④ オペレータ : PGから位相情報(ωt)、EGからエンベロープ情報($I(t)$)を受け取り、 $I \sin \omega t$ の演算を行います。
- ⑤ アキュムレータ : オペレータの出力を、サンプリング時間毎(50KHz)に累積加算して、DACとインターフェイス可能なデータに変換します。
- ⑥ ビブラート/振幅変調発振器 : ビブラートおよび振幅変調用LFOです。
- ⑦ タイマー : 長短2種類の汎用タイマー。
- ⑧ データバスコントロール

■各レジスタの内容

| | アドレス | |
|----|-------|--|
| 1 | 01 | TEST情報。通常は常に"0"にしておきます。このとき波形はサインウェーブとなり YM3526とコンパチとなります。サインウェーブ以外を選択するときはD5を"1"とします。 |
| 2 | 02 | タイマー1の時間セット。 80 μ S~20.4mS |
| 3 | 03 | タイマー2の時間セット。 320 μ S~82mS |
| 4 | 04 | タイマー1・2の動作をコントロールするとともに、インタラプト信号のリセットをします。 |
| 5 | 08 | CSMはCSM音声合成モード NOTE SELはF-NumberによるKey board Splitの切り換え |
| 6 | 20~35 | MULTIは基本波と倍音の関係を制御します。 KSRはRATEのキースケール。 EG-TYPEは持続音・減衰音の切り換え。 0 = 減衰音 1 = 持続音 VIBはビブラートのON/OFF。 AMは振幅変調のON/OFF。 |
| 7 | 40~55 | TLはトータルレベルを与え、各音のレベルの調整をします。 KSLはレベルのキースケールです。 |
| 8 | 60~75 | DRはDecay時の減衰の割り合いを与えます。 ARはAttack時の増加の割り合いを与えます。 |
| 9 | 80~95 | RRはRelease時/Sustain時の減衰の割り合いを与えます。 SLはDecayからSustainへの移行するレベルを与えます。 |
| 10 | A0~B8 | F-Numberは各音の1オクターブ内のコードを与えます。 Blockは各音のオクターブ情報です。 KONは"1"がその音が発音していることを表わします。 |
| 11 | BD | リズム音のコントロールをします。対応する各ビットが、各リズムのON/OFFを与えます。 またRのビットが1の時リズム音モードです。 VIB DEPはビブラートの深さ。 0 = 7 ϕ , 1 = 14 ϕ AM DEPは振幅変調の深さ。 0 = 1dB, 1 = 4.8dB |
| 12 | C0~C8 | FBはFeedback FMの帰還係数 C はSin波合成とFM変調の切り換え |
| 13 | E0~F5 | Wave Select 信号。 アドレス\$01のD5が"1"のとき4種類の波形がセレクトできます。 |



減衰音



持続音

■レジスタマップ

| ADDRESS | D ₇ | D ₆ | D ₅ | D ₄ | D ₃ | D ₂ | D ₁ | D ₀ | COMMENT |
|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------------|----------------|----------------|---|
| 01 | | | | TEST | | | | | LSIのTEST DATA D ₅ はWave Select Enable |
| 02 | | | TIMER - 1 | | | | | | TIMER - 1 のDATA |
| 03 | | | TIMER - 2 | | | | | | TIMER - 2 のDATA |
| 04 | RST | MASK T1 T2 | / | | | ST2ST1 | | | IRQのRESET/TIMERのCONTROL |
| 08 | CSM | SEL | | | | CSM音成合成モード/Note Select | | | |
| 20 | AM | VIB | EG-TYP | KSR | MULTI | | | | AM/VIB/EG-TYPE/KSR/MULTIPLE |
| 35 | | | | | | | | | |
| 40 | | KSL | | TL | | | | | KSL/TOTAL LEVEL |
| 55 | | | | | | | | | |
| 60 | | A R | | D R | | | | | ATTACK RATE/DECAY RATE |
| 75 | | | | | | | | | |
| 80 | | S L | | R R | | | | | SUSTAIN RATE/RELEASE RATE |
| 95 | | | | | | | | | |
| A0 | F - Number (L) | | | | | | | | KON/BLOCK/F - Number |
| A8 | | | | | | | | | |
| B0 | / | | KON | BLOCK | | F-Num (H) | | | |
| B8 | | | | | | | | | |
| BD | DEP AM VIB | R | BD | SD | TOM | TC | HH | | DEPTH(AM/VIB)/RHYTHM(BD・SD・TOM・TC・HH) |
| C0 | / | | | F B | | C | | | FEEDBACK/CONNECTION |
| C8 | | | | | | | | | |
| E0 | / | | | W S | | | | | Wave Select |
| F5 | | | | | | | | | |

■ステータスレジスタ

| | | | | |
|-----|---------------|---|--|------------------|
| IRQ | FLAG T1 T2 | / | | IRQ/FLAG(T1, T2) |
|-----|---------------|---|--|------------------|

■電気的特性

1. 絶対最大定格

| | 定格値 | 単位 |
|--------|-----------|----|
| 端子電圧 | -0.3~7.0 | V |
| 動作周囲温度 | 0 ~ 70 | °C |
| 保存温度 | -50 ~ 125 | °C |

2. 推奨動作条件

| 項目 | 記号 | 最小 | 標準 | 最大 | 単位 |
|------|-----|-----|----|-----|----|
| 電源電圧 | Vcc | 4.5 | 5 | 5.5 | V |
| | GND | 0 | 0 | 0 | V |

3. 直流特性 (推奨動作条件下において)

| 項目 | 記号 | 条件 | 最小 | 標準 | 最大 | 単位 |
|----------|---|------------------|--------------------------|-----|-----|----|
| 入力高レベル電圧 | 全入力 | V _{IH} | 2.0 | | | V |
| 入力低レベル電圧 | 全入力 | V _{IL} | | | 0.8 | V |
| 入力リーク電流 | $\phi M \cdot \overline{WR} \cdot \overline{RD} \cdot AO$ | I _{LI} | V _I = 0 ~ 5 V | | 10 | μA |
| 出力リーク電流 | D ₀ ~ D ₇ / IRQ | I _{LO} | V _I = 0 ~ 5 V | | 10 | μA |
| 出力高レベル電圧 | IRQを除く出力 | V _{OH1} | I _{OH1} = 0.4mA | 2.4 | | V |
| | | V _{OH2} | I _{OH2} = 40μA | 3.3 | | V |
| 出力低レベル電圧 | 全出力 | V _{OL} | I _{OL} = 2.0mA | | 0.4 | V |
| プルアップ抵抗 | $\overline{IC}, \overline{CS}$ | R _U | | 80 | 400 | kΩ |
| 入力容量 | 全入力 | C _I | | | 10 | pF |
| 出力容量 | 全出力 | C _O | | | 10 | pF |
| 電源電流 | | I _{CC} | | | 30 | mA |

4. 交流特性 (推奨動作条件下において、CL = 50pF)

| 項目 | 記号 | 条件 | 最小 | 標準 | 最大 | 単位 | |
|----------------|---------------------------------|------------------|------------------|------|-------------------|-----|-----|
| 入力クロック周波数 | ϕM | f _c | ⊗A-1 | 2.0 | 3.58 | 4.0 | MHz |
| 入力クロックデューティ | ϕM | D | | 40 | 50 | 60 | % |
| 入力クロック立ち上がり時間 | ϕM | t _{CR} | ⊗A-1 | | | | ns |
| 入力クロック立ち下り時間 | ϕM | t _{CF} | ⊗A-1 | | | | ns |
| アドレスセットアップ時間 | AO | t _{AS} | ⊗A-2、⊗A-3 | 10 | | | ns |
| アドレスホールド時間 | AO | t _{AH} | ⊗A-2、⊗A-3 | 20 | | | ns |
| チップセレクトライト幅 | \overline{CS} | t _{CSW} | ⊗A-2 | 100 | | | ns |
| チップセレクトリード幅 | \overline{CS} | t _{CSR} | ⊗A-3 | 200 | | | ns |
| ライトパルスライト幅 | \overline{WR} | t _{WW} | ⊗A-2 | 100 | | | ns |
| ライトデータセットアップ時間 | D ₀ ~ D ₇ | t _{WDS} | ⊗A-2 | 20 | | | ns |
| ライトデータホールド時間 | D ₀ ~ D ₇ | t _{WDH} | ⊗A-2 | 30 | | | ns |
| リードパルス幅 | \overline{RD} | t _{rw} | ⊗A-3 | 200 | | | ns |
| リードデータアクセス時間 | D ₀ ~ D ₇ | t _{ACC} | ⊗A-3 | | | 200 | ns |
| リードデータホールド時間 | D ₀ ~ D ₇ | t _{RDH} | ⊗A-3 | 10 | | | ns |
| | ϕSY | t _{OR1} | ⊗A-4 | | | 100 | ns |
| アウトプット立ち上がり時間 | MO·SH | t _{OR2} | ⊗A-5 | | | 150 | ns |
| | ϕSY | t _{OF1} | ⊗A-4 | | | 100 | ns |
| アウトプット立ち下り時間 | MO·SH | t _{OF2} | ⊗A-5 | | | 150 | ns |
| | リセットパルス幅 | \overline{IC} | t _{ICW} | ⊗A-6 | 80/f _c | | s |

■ タイミング図 (タイミングの設定は $V_{IH}=2.0V$, $V_{IL}=0.8V$ を基準とする。)

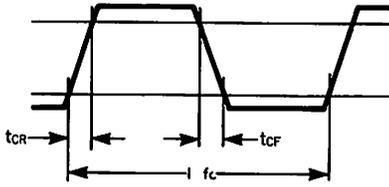


図 A-1 クロックタイミング

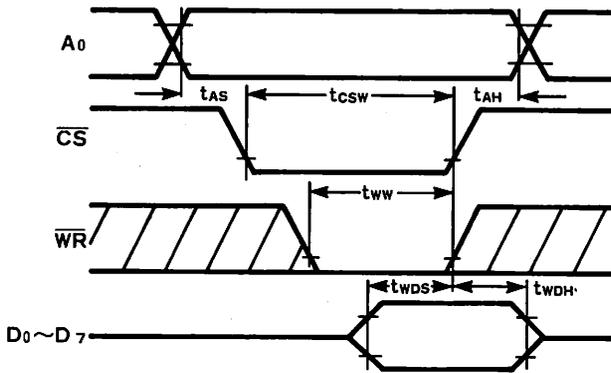


図 A-2 ライトタイミング

(注)

tCSW, tWW, tWDH は \overline{CS} , \overline{WR} のいずれかが High レベルになった時を基準とする。

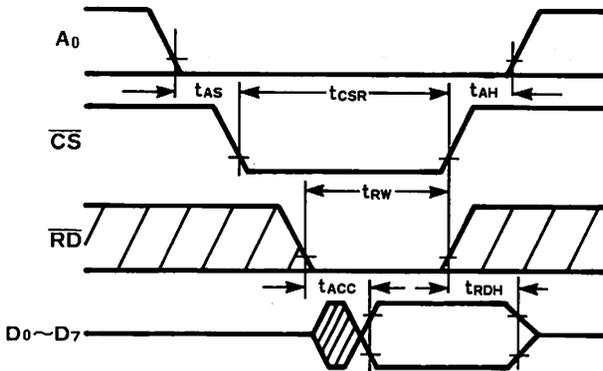


図 A-3 リードタイミング

(注)

tACC は、 \overline{CS} , \overline{RD} の遅く Low レベルになるのが基準です。

tCSR, tRW, tRDH は \overline{CS} , \overline{RD} のいずれかが High レベルになった時を基準とする。

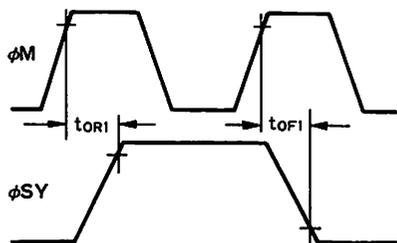


図 A-4 ϕM と ϕSY

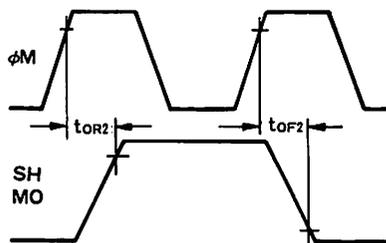


図 A-5 ϕM と SH・MO

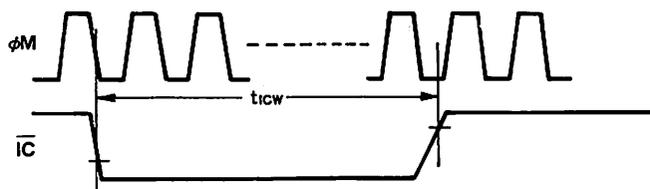


図 A-6 リセットパルス

WAVE SELECT

アドレス \$φ1 の D5 = "0" の時は、YM3526(OPL) とコンパチビリティがあり、OPL II と OPL の差はありません。この時 Sin 波を入力すると、出力は入力した Sin 波がそのまま出力されます。

アドレス \$φ1 の D5 = "1" とした時は表 III-10 のように、入力 Sin 波は、歪んだ形で出力されます。

\$E0 ~ \$F5

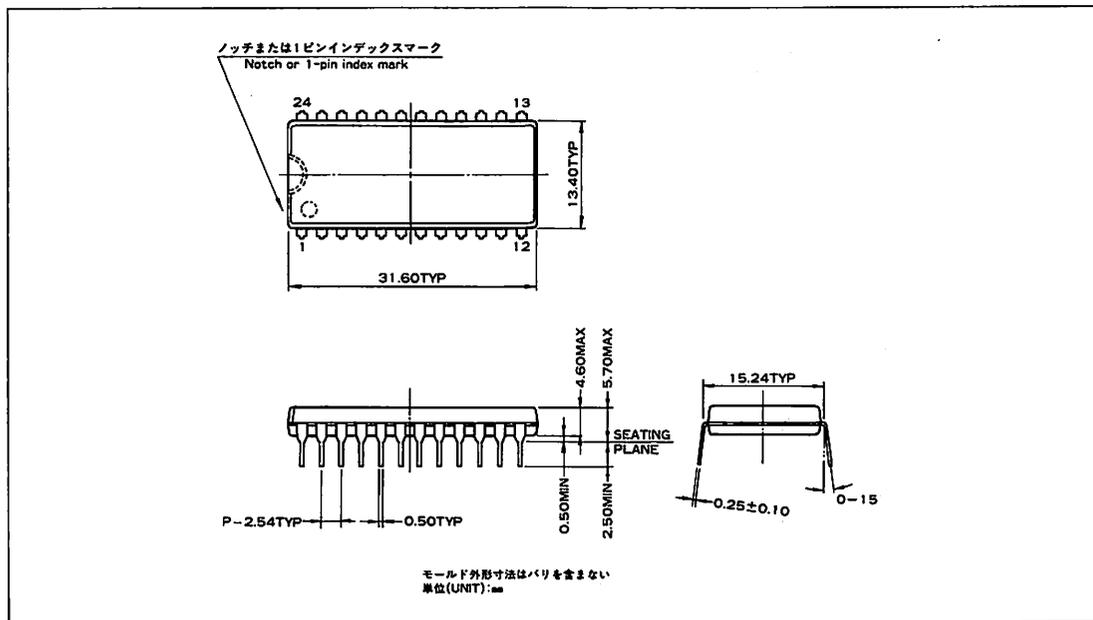
| D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |
|----|----|----|----|----|----|----|----------------|
| / | | | | | | | WAVE SELECT |

表 III-10 WAVE SELECT

| D1 | D0 | 波 形 |
|----|----|-----|
| 0 | 0 | |
| 0 | 1 | |
| 1 | 0 | |
| 1 | 1 | |

■パッケージ外形図

●YM3812



●YM3812-F

