

MSX-TIMER

仕様書

目次

1. 概要	3
2. I/O ポート	4
2.1. レジスタの読み書き	4
2.2. 割り込み要因のチェック	5
2.3. カウンターの読みだし	6
3. レジスタ	6
3.1. モードレジスタ	7
3.2. カウントレジスタ	9
3.3. コントロールレジスタ	10
4. 詳細な動作説明	11

1. 概要

本書は、MSX-TIMER の仕様書である。制御方法、動作タイミングを規定するものである。

MSX-TIMER には、大まかに下記の機能がある。

- (1) One shot timer
- (2) Repeat timer
- (3) Free run counter
- (4) 割り込み
- (5) 精度指定
- (6) 4つの Timer

各機能付いて、次章以降で詳細に説明する。

MSX-TIMER は、Y8960 Cartridge、MSX2++以降の本体に搭載される。

基本的に、インクリメントカウンタによるシンプルな Timer 回路である。

2. I/O ポート

I/O ポートは、4ポート占有する。下記に表 1 I/O ポート一覧を示す。

表 1 I/O ポート一覧

ポート番号	機能
B0h	レジスタ番号を指定する。
B1h	B0h で指定したレジスタを読み書きする。
B2h	現在発生中の割り込みフラグの読み出しとクリア。
B3h	カウンターの読みだし。

2.1. レジスタの読み書き

レジスタへの書き込みは、下記のように B0h に書き込みたいレジスタ番号を書き込み後、B1h にそのレジスタへ書き込みたい値を書き込む。

DI
LD A, register_number
OUT (0B0h), A
LD A, value
OUT (0B1h), A
EI

レジスタの読みだしは、下記のように B0h に読みだしたいレジスタ番号を書き込み後、B1h を読みだす。

DI
LD A, register_number
OUT (0B0h), A
IN A, (0B1h)
EI

B0h に書いた値は、B0h を読みだすことで読むことができるため、例えば割り込み処理の中で、もとの値を読みだして保持しておき、割り込みから抜けるときにもとの値へ戻すことも出来る。

```
interrupt_handler:
```

```
    (レジスタの待避など)
```

```
    IN            A, (0B0h)
```

```
    PUSH         AF
```

```
    (割り込み内の処理)
```

```
    POP          AF
```

```
    OUT          (0B0h), A
```

```
    (レジスタの復帰など)
```

```
    RET
```

2.2. 割り込み要因のチェック

MSX は、標準的には Z80 の IM1 で動作する。割り込みが発生すると 0038h がコールされ、そこから BIOS の割り込み処理ルーチンへジャンプする。そして、真っ先にフック H.KEYI (FD9Ah) にジャンプする。通常は、H.KEYI に割り込み処理ルーチンをフックすることで、割り込みを受けるが、VDP の割り込みも、MSX-TIMER の割り込みも、全てここを通過するため、割り込み処理ルーチンは「自身が処理すべき割り込みなのか？」を判定して、そうで無い場合は速やかに戻る必要がある。

MSX-TIMER は、独立した 4 つの Timer を持っているが、この 4 つのどの割り込みが発生したかを、I/O B2h を一回読むだけで判断する情報を得ることができる。

読みだした値(8bit) の各ビットには、T0～T3 の名前が付けられている。

図1. B2h のビットマップ



読みだした値のうち、bit4-7 の Reserve には 0 が入っている。

bit0 が T0, bit1 が T1, bit2 が T2, bit3 が T3 に対応しており、それぞれ Timer0～Timer3 の割り込み要因フラグに対応している。つまり「T0=1 なら Timer0 の割り込みが発生している状態」を示しているのである。「T $\color{red}{N}$ =1 なら Timer $\color{red}{N}$ の割り込みが発生している状態」である。

このどれか 1 つでも 1 である状態の時に、CPU が割り込みを受けられる状態になると、割り込みが発生することになる。割り込みハンドラーは、EI する前に「自身が処理した Timer 割り込み」をクリアする必要がある。

クリアは、T0～T3 のクリアしたい bit に 1 を立てた値を B2h へ書き込む事により実現する。

従って、MSX-TIMER の割り込み処理を全て引き受ける割り込みハンドラであれば、B2h から読んだ値をそのまま書き込んでやればクリア出来るのである。

2.3. カウンターの読みだし

B3h の下位 2bit に対して、0～3 の値を書き込み、その後に B3h を読みだすとカウント値を読みだすことができる。

3. レジスタ

4 つの Timer は、全て同じ機能を持つ。周期等を個別に指定できるため、目的に応じて 4 つの Timer を使い分けることができる。

1つの Timer モジュールには、表 1 レジスタ一覧 に示す2個のレジスタが存在する。

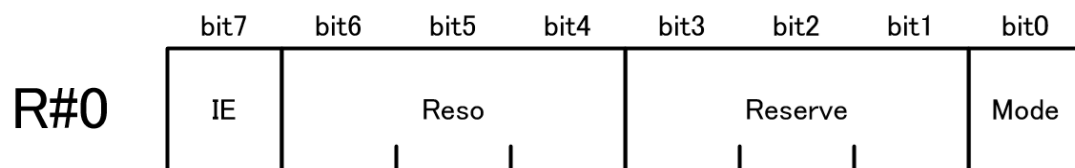
表 1 レジスタ一覧

レジスタアドレス	機能
0	モードレジスタ。挙動を決めるレジスタである。
1	カウントレジスタ。
2	コントロールレジスタ。

3.1. モードレジスタ

モードレジスタ (0) のビットマップを図1 に示す。

図1. モードレジスタのビットマップ



Mode の設定値を、表 2 Mode レジスタの設定値一覧に示す。

表 2 Mode レジスタの設定値一覧

設定値	意味
0	one shot
1	repeat

one shot (0) にすると、所定の時間が経過したらそこで止まる。

repeat (1) にすると、所定の時間が経過したら、0に戻る。

いずれの場合も、「所定の時間」はカウントレジスタを使って指定する。

Reso の設定値を、表 3 Reso レジスタの設定値一覧に示す。

表 3 Reso レジスタの設定値一覧

設定値	意味
0	11.92 [μs] 単位
1	47.68 [μs] 単位
2	190.71[μs] 単位
3	762.85[μs] 単位
4	3,051.41[μs] 単位
5	12,205.65[μs] 単位
6	48,822.59 [μs] 単位
7	195,290.37 [μs] 単位

クロック源は、85.90908MHz である。内部に 32bit のカウンタを持っており、0～4,294,967,295 までカウントできる。

$$4,294,967,295 / 85,909,080 \div 49.99 [\text{sec}]$$

最大で、49.99[sec] までカウントできる。

しかし、MSX で32bit カウンタは扱いにくいことと、1カウント \div 11.64 [nsec] と、分解能が高すぎるため、これを 1024分周した 11.92 [μs]（内部 32bit カウンタの下位 10bit を無視）を単位としてカウントレジスタに指定する値の分解能を指定する。

IE の設定値を、表 4 IE レジスタの設定値一覧に示す。

表 4 IE レジスタの設定値一覧

設定値	意味
0	interrupt disable
1	interrupt enable

IE レジスタは、割り込みの発生を制御するレジスタである。

3.2. カウントレジスタ

Timer の時間を指定するレジスタがカウントレジスタである。

1カウントに対応する時間は、モードレジスタ内の Reso レジスタで指定する。

カウント値としては、0～255 を指定できる。

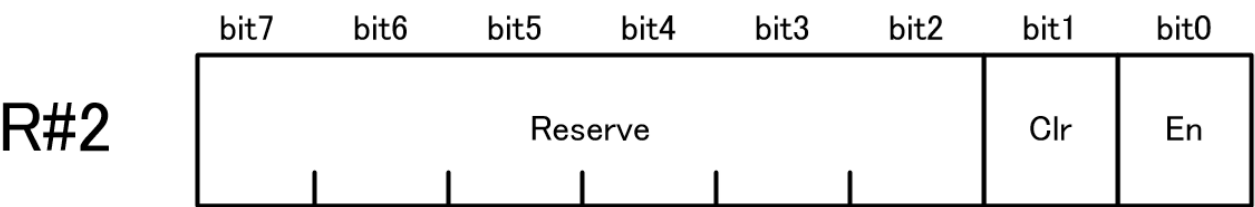
実際の待機時間は、(カウント値 + 1) * 単位時間 となる。

例えば、reso = 0 の場合、11.92[μs] 単位となるので、カウント値 が 0 なら、11.92[μs] 後に割り込み要因が立つことになる。

3.3. コントロールレジスタ

コントロールレジスタ (2) のビットマップを図1に示す。

図1. コントロールレジスタのビットマップ



En の設定値を、表 5 En レジスタの設定値一覧に示す。

表 5 En レジスタの設定値一覧

設定値	意味
0	count disable
1	count enable

count disable (0) にすると、カウンターのインクリメントが停止する。一次停止。

count enable (1) にすると、カウンターがインクリメントする。稼働状態。

Clr は、1 を書き込むとカウンターをクリアする。読み出し時は常に 0 になる。

Reserve は、将来予約のスペースである。書き込み時には 0 を書き込むこと。読み出し時には 0 が返ってくる。

4. 詳細な動作説明

T.B.D.

更新履歷

2026/Jan/14th v0.1 HRA! 初版