

---

---

## 第 20 章 コンパレータ電圧リファレンス モジュール

---

---

### ハイライト

本章では次のトピックについて説明します。

20.1	はじめに.....	20-2
20.2	コンパレータ電圧リファレンスの構成.....	20-3
20.3	制御レジスタ.....	20-4
20.4	電圧リファレンス精度 / 誤差.....	20-5
20.5	スリープ中の動作.....	20-5
20.6	リセットの影響.....	20-5
20.7	接続時の考慮.....	20-6
20.8	初期化.....	20-6
20.9	電氣的仕様.....	20-7
20.10	設計のヒント.....	20-8
20.11	関連するアプリケーションノート.....	20-9
20.12	改版履歴.....	20-10

## 20.1 はじめに

コンパレータ電圧リファレンスは16タップの抵抗ラダーネットワークで、選択したリファレンス電圧を供給します。目的はアナログコンパレータ用のリファレンス提供ですが、独立して使用することもできます。

モジュールのブロック図を図 20-1 に示します。抵抗ラダーはセグメント化されて2つの電圧リファレンスのレンジの値を供給でき、さらにリファレンスを使わない場合には電力を節約するための省電力機能も持っています。モジュールへの供給リファレンスは、デバイスの  $V_{DD}/V_{SS}$  か、外部リファレンス電圧のいずれかから供給されます。CVREF 出力は、コンパレータとピン出力に使用できます。これらの情報はその特定デバイスのデータシートを参照願います。

図 20-1: コンパレータ電圧リファレンスのブロック図

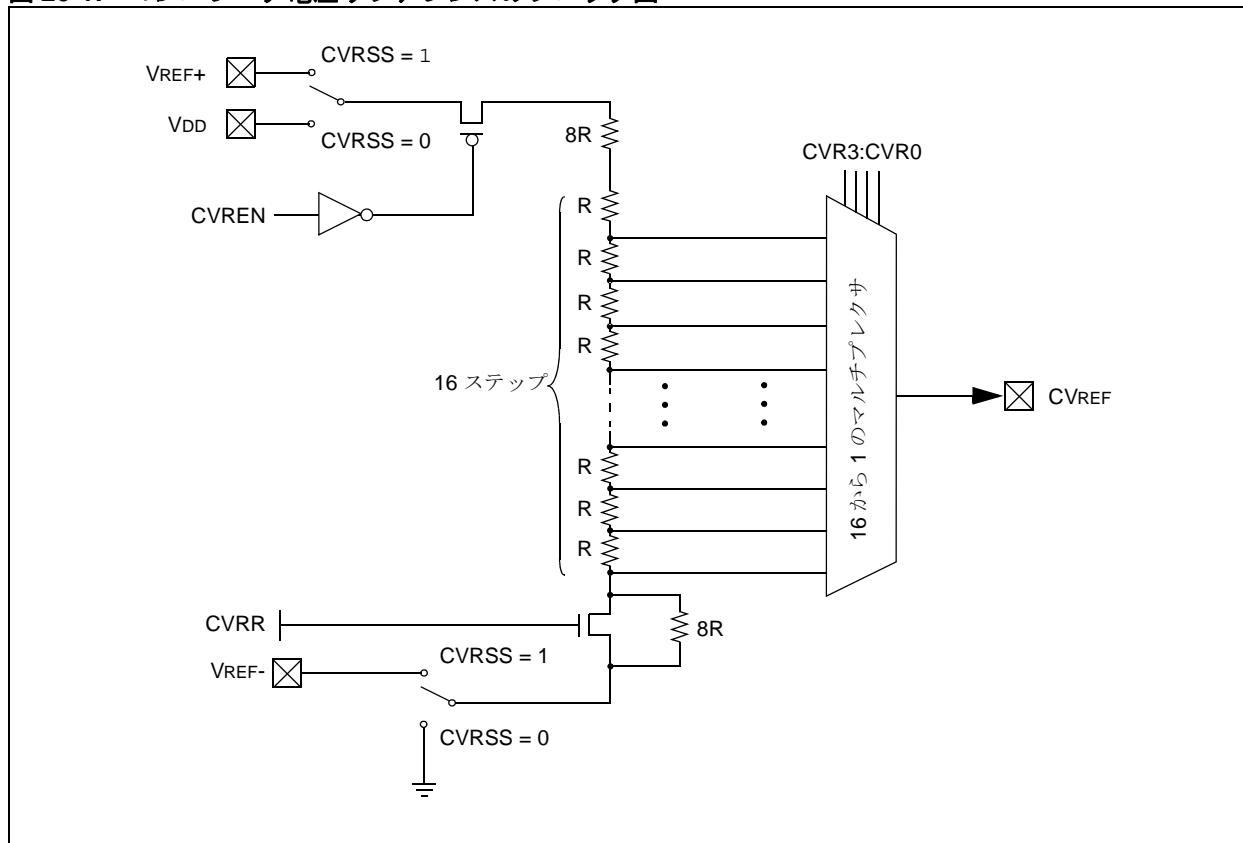


表 20-1: 標準的なリファレンス電圧、CVRSRC = 3.3V の場合

CVR<3:0>	リファレンス電圧	
	CVRR = 0	CVRR = 1
0	0.83V	0.00V
1	0.93V	0.14V
2	1.03V	0.28V
3	1.13V	0.41V
4	1.24V	0.55V
5	1.34V	0.69V
6	1.44V	0.83V
7	1.55V	0.96V
8	1.65V	1.10V
9	1.75V	1.24V
10	1.86V	1.38V
11	1.96V	1.51V
12	2.06V	1.65V
13	2.17V	1.79V
14	2.27V	1.93V
15	2.37V	2.06V

## 20.2 コンパレータ電圧リファレンスの構成

コンパレータ電圧リファレンス モジュールは、CVRCON レジスタ (レジスタ 20-1) により制御されます。コンパレータ電圧リファレンスは 2 つの出力電圧レンジを供給でき、それぞれ 16 の異なるレベルとなっています。使用レンジは CVRR ビット (CVRCON<5>) で選択します。レンジ間の主な差異は、より細かい分解能を提供するコンパレータ電圧リファレンス値選択ビット CVR3:CVR0 によって選択されるステップのサイズです。コンパレータ リファレンス電圧の計算には次の式を使います。

If CVRR = 1 の場合

$$\text{リファレンス電圧} = ((\text{CVR3:CVR0})/24) \times (\text{CVRSRC})$$

If CVRR = 0 の場合

$$\text{リファレンス電圧} = (\text{CVRSRC}/4) + ((\text{CVR3:CVR0})/32) \times (\text{CVRSRC})$$

コンパレータ電圧リファレンスの電圧源 (CVRSRC) は、I/O ピンに多重化された VDD と VSS または、外部の VREF+ と VREF- ピンのどちらかから供給されます。電圧源は CVRSS ビット (CVRCON<4>) で選択されます。電圧リファレンスは CVROE (CVRCON<6>) ビットをセットすると CVREF ピンに出力され、これは対応する TRIS ビットの設定を上書きします。

CVREF 出力を変更する場合には、コンパレータ電圧リファレンスが安定するまでの時間を考慮して下さい (20.9 項「電氣的仕様」参照)。

## 20.3 制御レジスタ

レジスタ 20-1: CVRCON: コンパレータ電圧リファレンス制御レジスタ

U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
—	—	—	—	—	—	—	—
ビット 15						ビット 8	

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
CVREN	CVROE <sup>(1)</sup>	CVRR	CVRSS	CVR3	CVR2	CVR1	CVR0
ビット 7						ビット 0	

**凡例:**

R = 読み出し可

W = 書き込み可

U = 未実装、読むと「0」

-n = POR 後の値

'1' = セット

'0' = クリア

x = 不定

ビット 15-8 **未実装:** 読むと「0」

ビット 7 **CVREN:** コンパレータ電圧リファレンス有効化ビット  
 1 = コンパレータ電圧リファレンス回路の電源をオンとする  
 0 = コンパレータ電圧リファレンスの回路の電源をオフとする

ビット 6 **CVROE:** コンパレータ電圧リファレンス出力有効化ビット<sup>(1)</sup>  
 1 = 電圧レベルを CVREF ピンに出力する  
 0 = 電圧レベルを CVREF ピンには接続しない

ビット 5 **CVRR:** コンパレータ電圧リファレンスのレンジ選択ビット  
 1 = 0 から 0.67 CVRSRC で、ステップサイズは CVRSRC/24  
 0 = 0.25 CVRSRC から 0.75 CVRSRC で、ステップサイズは CVRSRC/32

ビット 4 **CVRSS:** コンパレータ電圧リファレンス源選択ビット  
 1 = コンパレータ電圧リファレンス源は CVRSRC = (VREF+) - (VREF-)  
 0 = コンパレータ電圧リファレンス源は CVRSRC = AVDD - AVSS

ビット 3-0 **CVR3:CVR0:** コンパレータ電圧リファレンス値選択ビット (0 ≤ CVR3:CVR0 ≤ 15)

When CVRR = 1 の場合  

$$CVREF = (CVR<3:0>/24) \cdot (CVRSRC)$$

When CVRR = 0 の場合  

$$CVREF = 1/4 \cdot (CVRSRC) + (CVR<3:0>/32) \cdot (CVRSRC)$$

注 1: CVROE は TRIS ビット設定を上書きする。

### 20.4 電圧リファレンス精度 / 誤差

リファレンス電圧のフルレンジは、モジュールの構造上実現できません。抵抗ラダーの上端と下端にあるトランジスタ (図 20-1) は、リファレンス電圧をリファレンス電圧源レールに近づけます。リファレンス電圧は、リファレンス電圧源から供給されますから、リファレンス電圧出力はその電圧源の変動により変化します。リファレンス電圧のテストされた絶対精度は 20.9 項「電氣的仕様」を参照して下さい。

### 20.5 スリープ中の動作

デバイスが割り込みやウォッチドッグ タイマのタイムアウトによりスリープからウェイクアップしたとき、CVRCON レジスタの内容は影響を受けません。スリープモードにおける消費電流を最小にするには、電圧リファレンスを無効にする必要があります。

### 20.6 リセットの影響

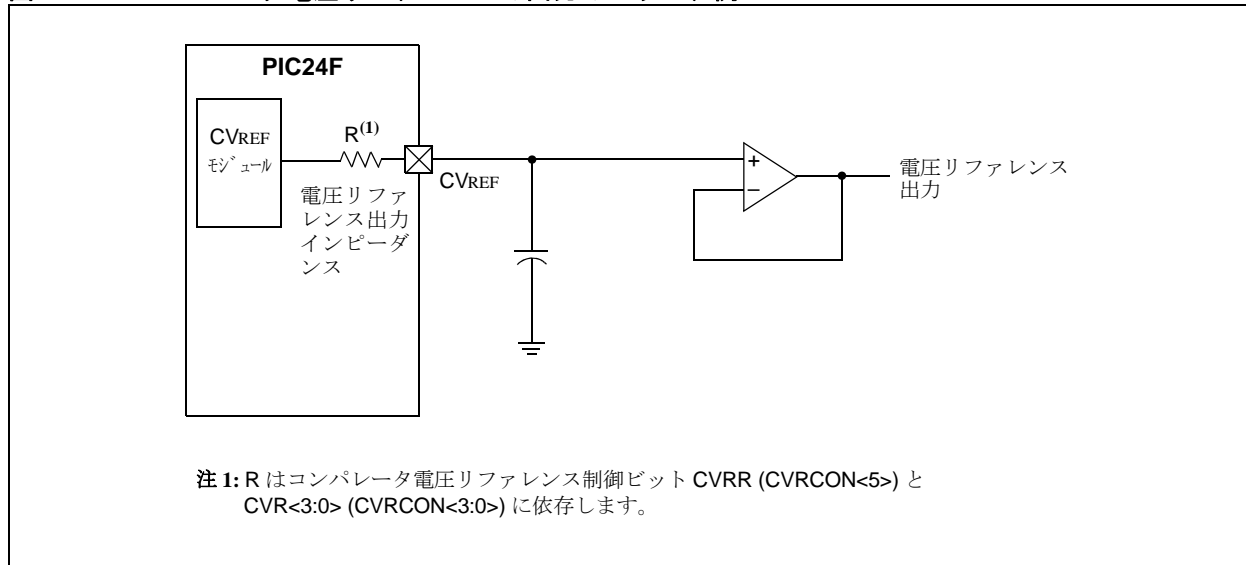
デバイスリセットで CVREN (CVRCON<7>) ビットがクリアされ、電圧リファレンスは無効になります。このリセットは CVROE (CVRCON<6>) ビットをクリアしてリファレンスを CVREF ピンから切り離し、CVRR (CVRCON<5>) ビットをクリアして高電圧範囲を選択します。CVR 値選択ビットもクリアされます。

## 20.7 接続時の考慮

電圧リファレンス モジュールは、コンパレータ モジュールとは独立に動作します。リファレンス ジェネレータの出力は、CVROE ビットがセットされていれば CVREF ピンに接続されます。リファレンス電圧の I/O ピンへの出力を、そのピンがデジタル入力に構成されているとき有効化すると消費電流が増加します。CVREF に関連するポートをデジタル出力にし CVRSS を有効化すると、これも消費電流を増大させます。

CVREF 出力ピンはドライブ電流が制限された単純な D/A 出力として使えます。制限された電流ドライブ能力であるがために、CVREF を外部接続するためには電圧リファレンスにバッファを使用する必要があります。、バッファを電圧リファレンスを使うようにして下さい。図 20-2 にバッファリングテクニック例を示します。

図 20-2: コンパレータ電圧リファレンスの出力のバッファ例



## 20.8 初期化

初期化シーケンスでコンパレータ モジュールを、出力有効、コンパレータ 1 の出力は反転で 2 つの独立のコンパレータとして構成します。コンパレータ電圧リファレンス モジュールは、出力有効で  $0.25 * V_{DD}$  にセットされます。例 20-1 に電圧リファレンスとコンパレータ モジュールを構成するプログラム シーケンスを示します。この例で使用している遅延は、8 MHz 発振器をベースにしています。

### 例 20-1: 電圧リファレンスの 構成例

```
CMCON = 0x0F10; //Initialize Comparator Module

CVRCON = 0x00C0; //Initialize Voltage Reference Module

CMCONbits.C1EVT = 0; //Clear Comparator 1 Event
CMCONbits.C2EVT = 0; //Clear Comparator 2 Event

asm volatile("repeat #40"); //Delay 10us
Nop();
```

## 20.9 電氣的仕様

### 20.9.1 AC 特性

表 20-2: 安定化時間仕様

パラメータ No.	記号	特性	Min	Typ	Max	単位	条件
VR310	TSET	安定化時間 <sup>(1)</sup>	—	—	TBD	μs	

凡例: TBD = 別途決定

注 1: 安定化時間は CVRR = 1 のときの CVR3:CVR0 ビットの「0000」から「1111」へ遷移させて測定。

### 20.9.2 DC 特性

表 20-3: DC 仕様

動作条件: 2.0V < VDD < 3.6V、-40°C < TA < +85°C (別途記載ない場合)							
パラメータ No.	記号	特性	Min	Typ	Max	単位	コメント
VRD310	CVRES	分解能	CVRSRC/24	—	CVRSRC/32	LSb	
VRD311	CVRAA	絶対精度	—	—	TBD	LSb	
VRD312	CVRUR	単位抵抗値 (R)	—	2k	—	Ω	

凡例: TBD = 別途決定

## 20.10 設計のヒント

**質問 1: 電圧リファレンスが期待値と異なります。**

**回答:** どの電圧リファレンス源の変化でも直接 CVREF ピンに反映されます。また、電圧リファレンスを生成するために正しい分圧の計算 (指定) をしたことを確認して下さい。

**質問 2: CVREF に低インピーダンスの回路を接続していますが、リファレンス電圧が期待したレベルではありません。**

**回答:** 電圧リファレンス モジュールは大きな負荷を駆動するようにはなっていません。PICmicro® MCU デバイスの CVREF ピンと負荷の間にバッファを使用して下さい。(図 20-2 参照)。

### 20.11 関連するアプリケーションノート

この項では、マニュアルのこの章に関連するアプリケーションノートをリストアップします。これらのアプリケーションノートは、特に PIC24F デバイス ファミリー用に書かれているわけではありませんが、その概念は適切であり、変更、あるいは制限事項を考慮に入れて使用可能です。現在、コンパレータ電圧リファレンス モジュールに関連するアプリケーションノートは次の通りです。

タイトル	アプリケーション ノート #
Resistance and Capacitance Meter Using a PIC16C622	AN611
Make a Delta-Sigma Converter Using a Microcontroller's Analog Comparator Module	AN700
A Comparator Based Slope ADC	AN863
Oscillator Circuits for RTD Temperature Sensors	AN895
Temperature Measurement Circuits for Embedded Applications	AN929
Analog Sensor Conditioning Circuits – An Overview	AN990

注: PIC24F ファミリー デバイスに関するその他のアプリケーションノートやコード例についてはマイクロチップ ウェブ サイト ([www.microchip.com](http://www.microchip.com)) をご覧下さい。

## 20.12 改版履歴

### リビジョン A (2006 年 6 月)

本文書の初版リリース。