

コンパレータシリーズ

# オープンコレクタコンパレータの同相入力電圧範囲

オープンコレクタコンパレータに同相入力電圧範囲外の入力が印加された場合の挙動について説明します。

対象品番

LM2901xxx/LM2903xxx/LM393xxx/LM339xx

BA2901xx/BA2903xxx/BA8391G

BA10393F/BA10339xx

LM2901DT,PT/ LM339DT,PT

LM2903DT,PT,ST,WDT,WPT/LM393DT,PT,ST,WDT,WPT

## 同相入力電圧範囲の決まり方

同相入力電圧範囲とは一般的に IC が正常に動作する入力電圧範囲のことを示します。同相入力電圧範囲外になると急激にオフセット電圧が増加し正常な動作領域から外れます。

### ・VCC(電源)側 同相入力電圧範囲

まず、入力電圧範囲の VCC 側を考えます。Figure1 の等価回路において、+IN 入力と VCC の間には、トランジスタ Q1、Q2、Q5 が存在し、これらのトランジスタが正常に動作できる電圧を確保する必要があります。

$$V_{+IN} + V_{be1} + V_{be2} + V_{sat5} = V_{CC}$$

ここで、トランジスタのベースエミッタ間電圧を  $V_{be1}(Q1)=V_{be2}(Q2)=V_{be}$  とし、飽和電圧を  $V_{sat}$  とします。動作条件は以下のようにあらわされます。

$$V_{+IN} < V_{CC} - 2V_{be} - V_{sat}$$

### ・VEE(GND)側 同相入力電圧範囲

同様に VEE 側の経路について考えると、式は以下ようになります。

$$V_{-IN} + V_{be4} + V_{be3} - V_{sat3} - V_{be6} = V_{EE}$$

ここで  $V_{be3}=V_{be4}=V_{be6}=V_{be}$  とし、 $V_{sat3}=V_{sat}$  とすると

$$V_{-IN} > V_{EE} - V_{be} + V_{sat}$$

### ・同相入力電圧範囲 $V_{icm}$

以上から同相入力電圧範囲としては、次のように表されます。

$$V_{EE} - V_{be} + V_{sat} < V_{icm} < V_{CC} - 2V_{be} - V_{sat}$$

例：  $V_{be}=0.55V$ 、 $V_{sat}=0.3V$  と上記の計算をすると、同相入力範囲：  $V_{EE}-0.25V < V_{icm} < V_{CC}-1.4V$  となります

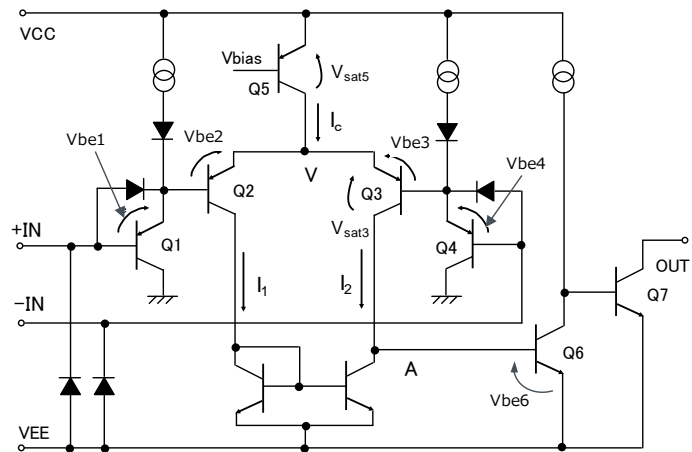


Figure1. オープンコレクタコンパレータ等価回路図

### 同相入力電圧範囲外の動作について 1 (+IN 端子のみ同相入力範囲外)

片方の入力端子のみ同相入力範囲外となる場合の動作について考察します。  
 ここでは、-IN を基準端子とし、+IN 端子に入力した場合を考えます。

- IN 端子(基準電圧) : 同相入力範囲内
- +IN 端子 : 同相入力範囲内→同相入力範囲外に推移
- 同相入力電圧範囲最大値 :  $V_{CC} - 2V_{be} - V_{sat}$

- ① 入力電圧範囲最大値 >  $V_{ref}(-IN) > V_{in}(+IN)$   
 Q2 側に電流が流れ、A 点の電位は Low に下がります。  
 Q6 のベース電流の供給が断たれるため Q6 は OFF します。  
 Q6 がオフすることにより Q7 へベース電流が供給され  
 Q7 は ON し出力は Low となります。
- ② 入力電圧範囲最大値 >  $V_{in}(+IN) > V_{ref}(-IN)$   
 Q3 側に電流が流れ、Q6 にベース電流が供給され Q6 は ON します。  
 これにより Q7 は OFF するのでコンパレータの出力は High となります。
- ③  $V_{in}(+IN) > \text{入力電圧範囲最大値} > V_{ref}(-IN)$   
 +IN 端子が同相入力範囲外となったため Q1、Q2 が OFF します。  
 電流は Q3 側に流れ Q6 は ON します。  
 これにより Q7 は OFF するため、コンパレータの出力は High となります。  
 結果として、同相入力範囲外ですが、動作論理は正常動作と同じになります。

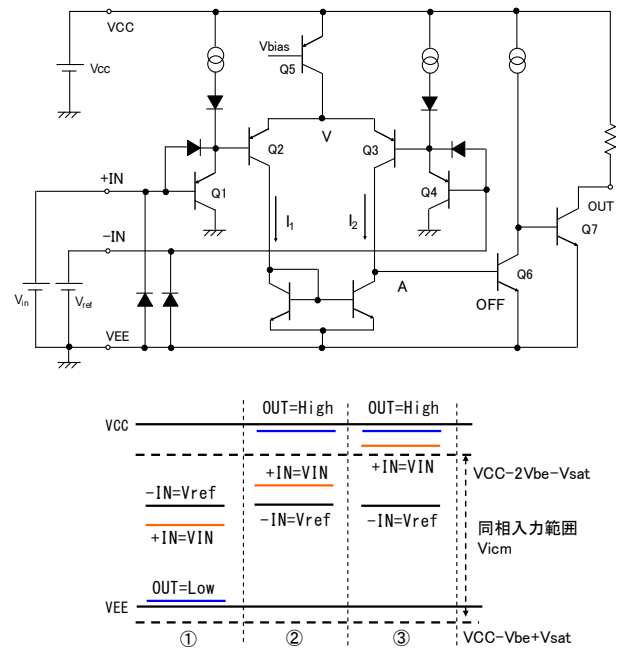


Figure2. -IN を基準電圧( $V_{ref}$ ) とした場合

### 同相入力電圧範囲外の動作について 2 (-IN 端子のみ同相入力範囲外)

次に、+IN を基準端子とし、-IN 端子に入力した場合を考えます。

- +IN 端子(基準電圧) : 同相入力範囲内
- IN 端子 : 同相入力範囲内→同相入力範囲外に推移
- 入力範囲最大値 :  $V_{CC} - 2V_{be} - V_{sat}$

- ① 入力電圧範囲最大値 >  $V_{ref}(+IN) > V_{in}(-IN)$   
 Q3 側に電流が流れ、Q6 にベース電流が供給されるため Q6 は ON します。  
 Q6 が ON することにより Q7 へのベース電流の供給が断たれ Q7 は OFF し  
 出力は High となります。
- ② 入力電圧範囲最大値 >  $V_{in}(-IN) > V_{ref}(+IN)$   
 Q2 側に電流が流れ、Q6 のベース電流が断たれ Q6 は OFF します。  
 これにより Q7 は ON するのでコンパレータの出力は Low となります。
- ③  $V_{in}(-IN) > \text{入力電圧範囲最大値} > V_{ref}(+IN)$   
 -IN 端子が同相入力範囲外となったため Q3、Q4 が OFF します。  
 電流は Q2 側に流れ Q6 は OFF します。これにより Q7 は ON するため  
 コンパレータの出力は Low となります。  
 結果として、同相入力電圧範囲外ですが、動作論理は正常動作と同じになります。

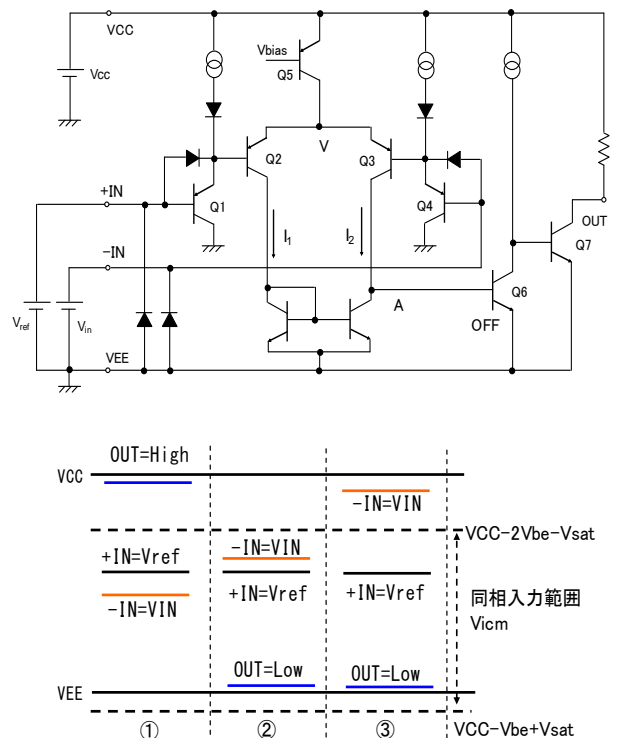


Figure3. +IN を基準電圧( $V_{ref}$ ) とした場合

### 同相入力電圧範囲外の動作について 3 (-IN/+IN が同相入力範囲外)

両方の端子ともに同相入力範囲外となる場合について考えます。ここでは、-IN 端子を基準端子とします。

入力を+IN 端子に入力した場合を考えます。

-IN 端子：同相入力範囲内→同相入力範囲外

+IN 端子：同相入力範囲内→同相入力範囲外

入力範囲最大値：VCC-2Vbe-Vsat

①入力範囲最大値 > Vref(-IN) > Vin(+IN)

Q2 側に電流が流れ、Q6 のベース電流の供給が断たれるため Q6 は OFF します。

Q6 が OFF することにより Q7 にはベースに電流が供給され

Q7 は ON するので出力は Low となります。

②Vin(+IN) > 入力範囲最大値 > Vref(-IN)

+IN 端子が入力範囲外となったため

Q1、Q2 が OFF します。電流は Q3 側に流れ Q6 は ON します。

これにより Q7 は OFF するのでコンパレータの出力は High となります。

同相入力範囲外ですが動作論理は正常動作と同じになります。

③Vin(+IN), Vref(-IN) > 同相入力範囲

+IN/-IN 端子の両方が同相入力範囲外となったため Q1、Q2、Q3、Q4 が OFF します。

Q6 への電流の供給は断たれるため Q6 は

OFF し Q7 が ON するため出力は Low となります。

+IN/-IN 端子間の電位差とは無関係に出力は Low となります。

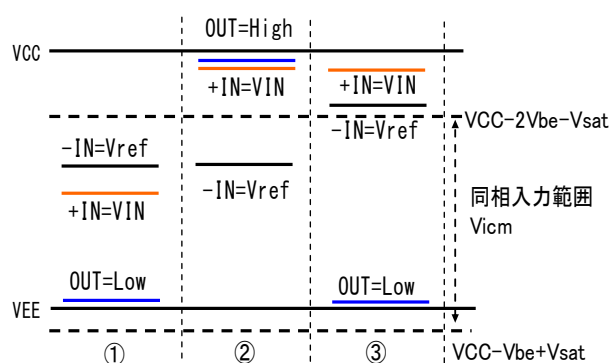
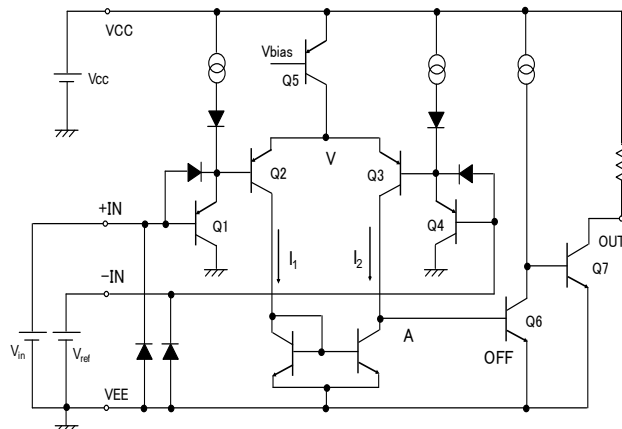


Figure4. +IN/-IN 端子が同相入力範囲外の場合

### 同相入力範囲外かつ電源電圧以上の入力について

以下の製品は、対電源の保護ダイオードが存在しないため、同相入力電圧範囲外の入力として、電源電圧～絶対最大定格の範囲で電圧印加が可能です。

LM2901xx/LM2903xxx/LM393xxx/LM339xx

BA2901xx/BA2903xxx/BA8391G

LM2901DT,PT/ LM339DT,PT

LM2903DT,PT,ST,WDT,WPT/LM393DT,PT,ST,WDT,WPT

注意

BA10393F/BA10339xx について

対電源の保護ダイオードは存在せず同相入力電圧範囲外の入力は可能ですが、耐圧による制限で電源電圧を超える電圧は印加できません。

## ご 注 意

- 1) 本資料の記載内容は改良などのため予告なく変更することがあります。
- 2) 本資料に記載されている内容は製品のご紹介資料です。ご使用に際しては、別途最新の仕様書を必ずご請求のうえ、ご確認ください。
- 3) ロームは常に品質・信頼性の向上に取り組んでおりますが、半導体製品は種々の要因で故障・誤作動する可能性があります。  
万が一、本製品が故障・誤作動した場合であっても、その影響により人身事故、火災損害等が起こらないようご使用機器でのディレーティング、冗長設計、延焼防止、バックアップ、フェイルセーフ等の安全確保をお願いします。定格を超えたご使用や使用上の注意書が守られていない場合、いかなる責任もロームは負うものではありません。
- 4) 本資料に記載されております応用回路例やその定数などの情報につきましては、本製品の標準的な動作や使い方を説明するものです。  
したがって、量産設計をされる場合には、外部諸条件を考慮していただきますようお願いいたします。
- 5) 本資料に記載されております技術情報は、製品の代表的動作および応用回路例などを示したものであり、ロームまたは他社の知的財産権その他のあらゆる権利について明示的にも黙示的にも、その実施または利用を許諾するものではありません。上記技術情報の使用に起因して紛争が発生した場合、ロームはその責任を負うものではありません。
- 6) 本資料に掲載されております製品は、耐放射線設計はなされていません。
- 7) 本製品を下記のような特に高い信頼性が要求される機器等に使用される際には、ロームへ必ずご連絡の上、承諾を得てください。  
・輸送機器（車載、船舶、鉄道など）、幹線用通信機器、交通信号機器、防災・防犯装置、安全確保のための装置、医療機器、サーバー、太陽電池、送電システム
- 8) 本製品を極めて高い信頼性を要求される下記のような機器等には、使用しないでください。  
・航空宇宙機器、原子力制御機器、海底中継機器
- 9) 本資料の記載に従わないために生じたいかなる事故、損害もロームはその責任を負うものではありません。
- 10) 本資料に記載されております情報は、正確を期すため慎重に作成したものです。万が一、当該情報の誤り・誤植に起因する損害がお客様に生じた場合においても、ロームはその責任を負うものではありません。
- 11) 本製品のご使用に際しては、RoHS 指令など適用される環境関連法令を遵守の上ご使用ください。  
お客様がかかる法令を順守しないことにより生じた損害に関して、ロームは一切の責任を負いません。  
本製品の RoHS 適合性などの詳細につきましては、セールス・オフィスまでお問合せください。
- 12) 本製品および本資料に記載の技術を輸出又は国外へ提供する際には、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」など適用される輸出関連法令を遵守し、それらの定めにしたがって必要な手続を行ってください。
- 13) 本資料の一部または全部をロームの許可なく、転載・複写することを堅くお断りします。



ローム製品のご検討ありがとうございます。  
より詳しい資料やカタログなどご用意しておりますので、お問合せください。

**ROHM Customer Support System**

<http://www.rohm.co.jp/contact/>