

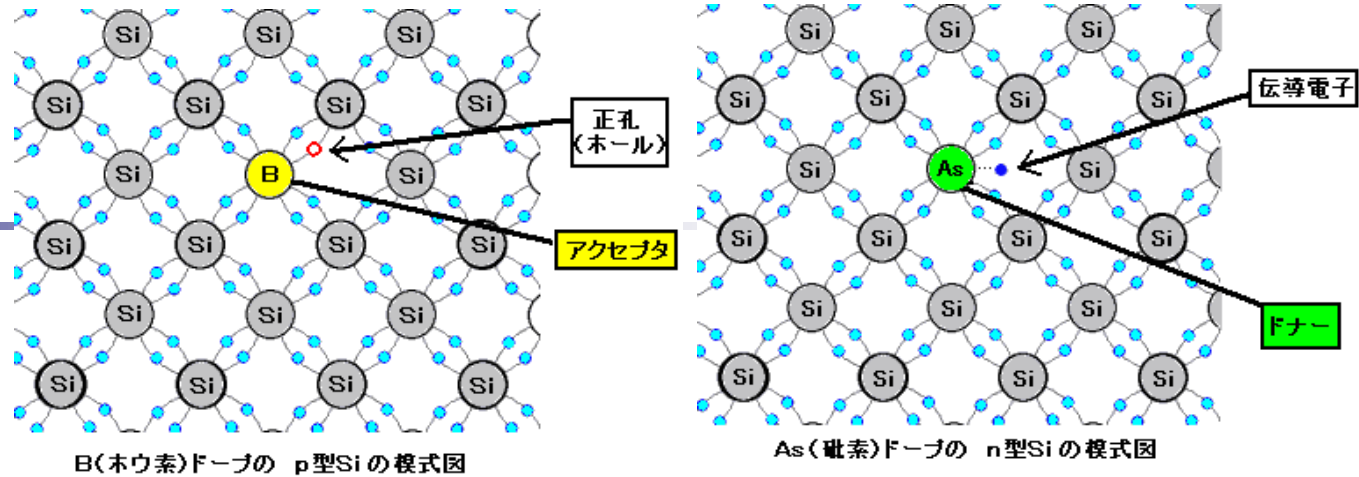
# 回路の動作

## ■ 発光ダイオード

- 整流
- 発光

## ■ ダイオード

- 整流



PN接合(正孔と電子)

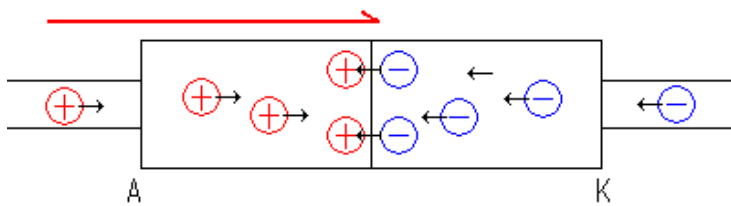


図1. A → K 方向に電圧をかけた場合

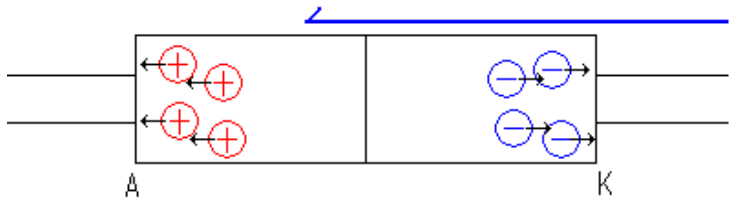
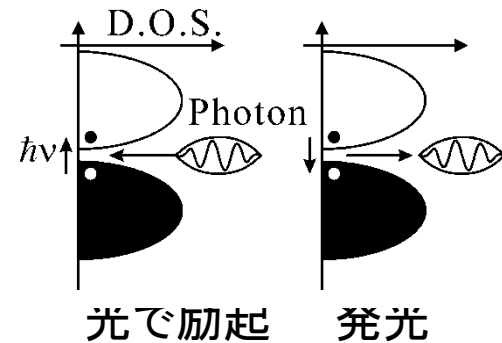
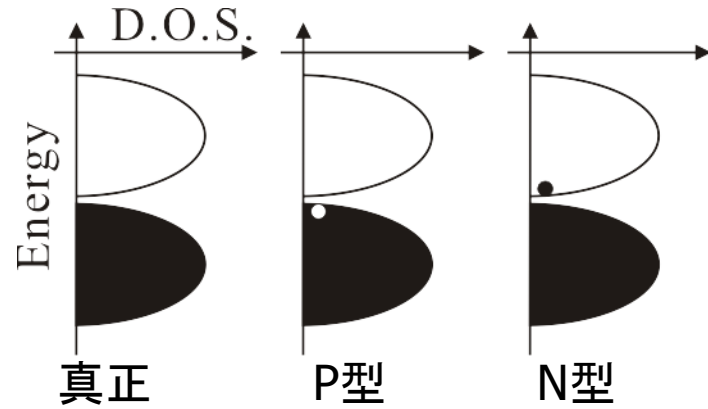


図2 K → A 方向に電圧をかけた場合



# 半導体って何！？

## 物質

- 絶縁体
- 半導体
- 導体

## 半導体:

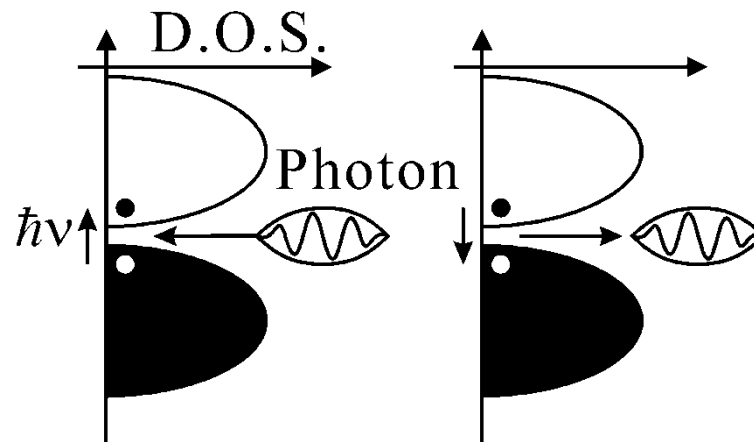
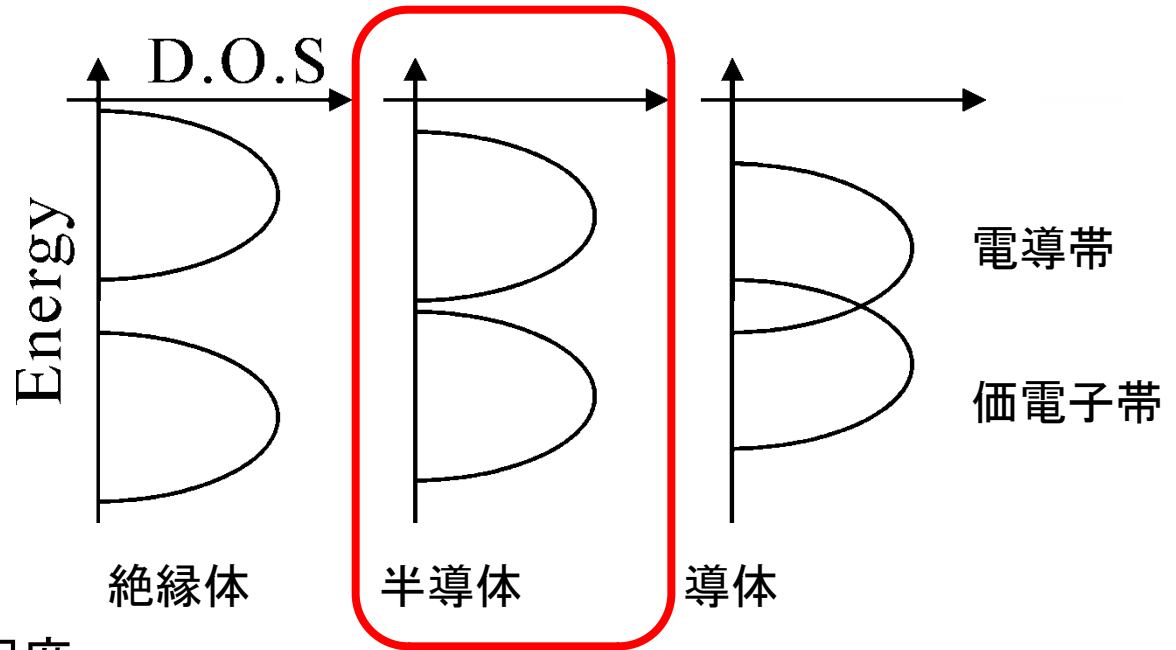
- バンドギャップ  $\approx 1\text{eV}$ 程度



- 赤外光～可視光で電子が励起される

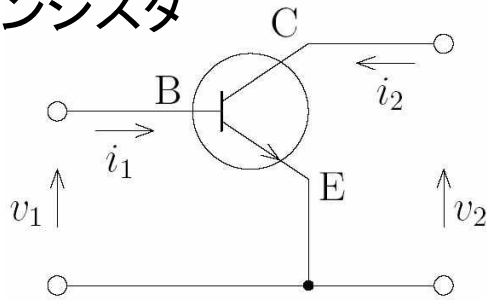


少しだけ電流を流す  
→「半」導体



# 回路の動作

## ■ トランジスタ



$$i_2 = k i_1, \quad k : \text{ゲイン}$$

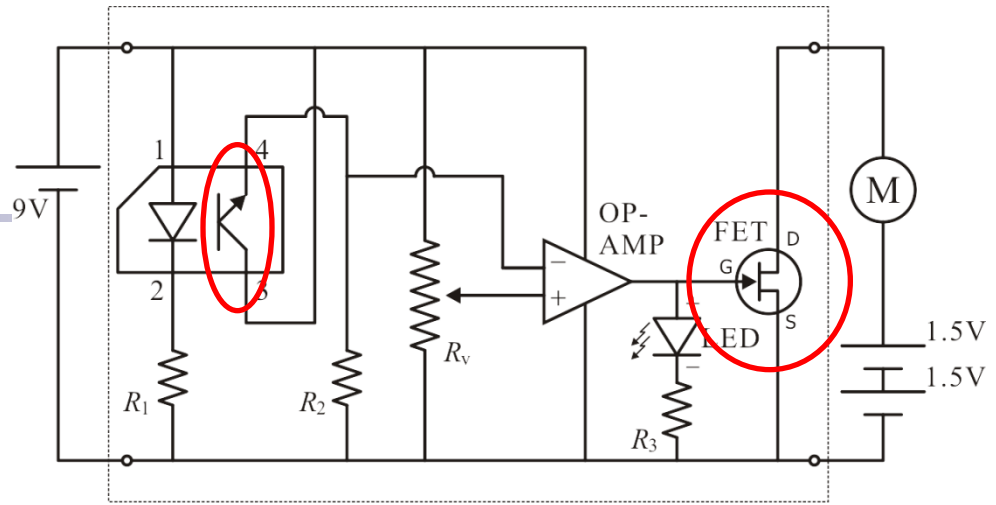
Bに流す電流に応じた電流を流す  
(電流で電流を増幅)

## ■ フォトトランジスタ

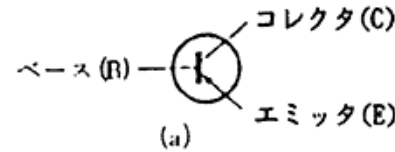
Bにあたる光に応じた電流を流す  
(光で電流を増幅)

## ■ 電界効果型トランジスタ

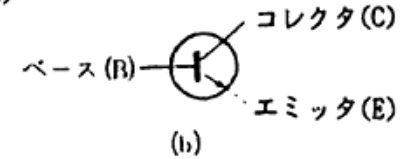
G(ゲート)に加える電圧で電流を流す  
(電圧で電流を増幅 ≡ 電圧で動作するスイッチ)



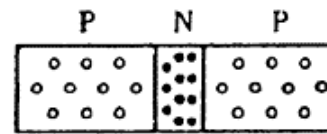
PNP形



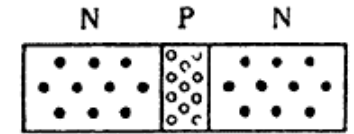
NPN形



● 過剰電子    ○ ホール



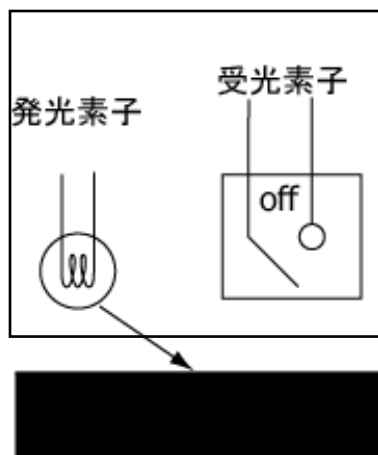
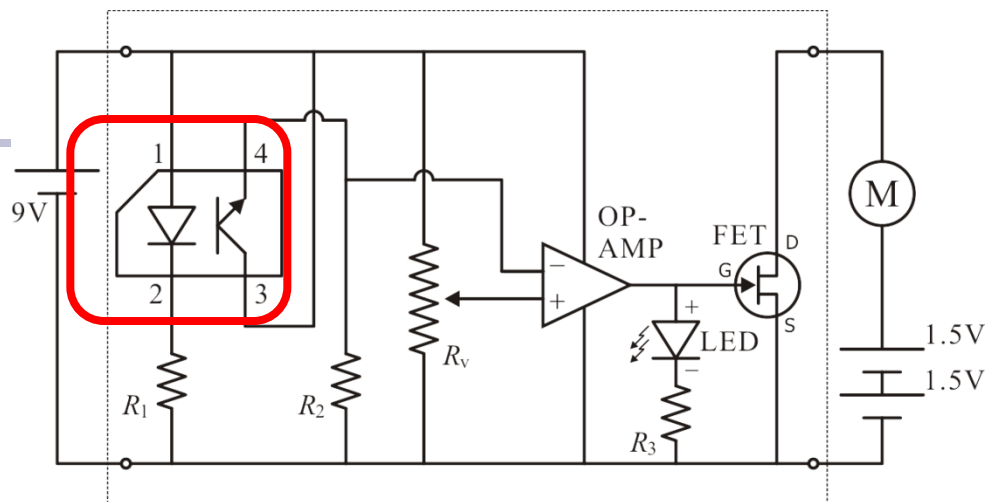
(a) PNP形トランジスタ



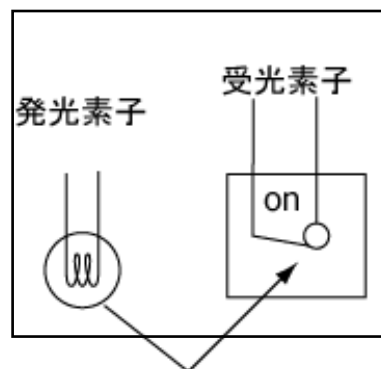
(b) NPN形トランジスタ

# 回路の動作

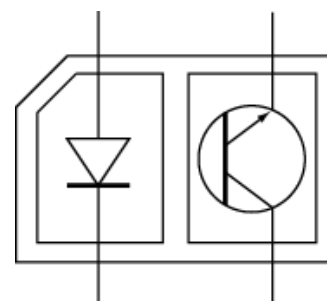
- フォトカプラ(フォトインタラプタ)  
= 発光ダイオード + フォトランジスタ



黒い床



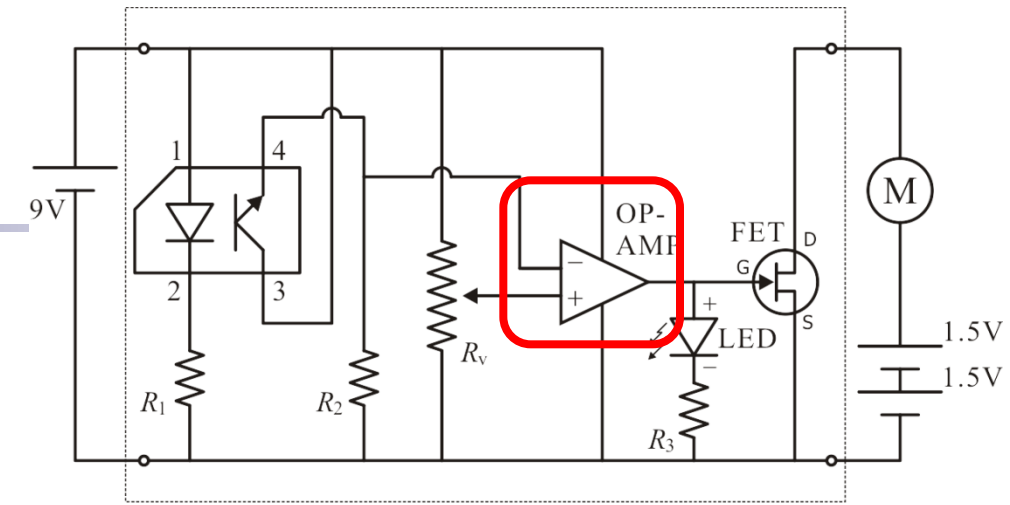
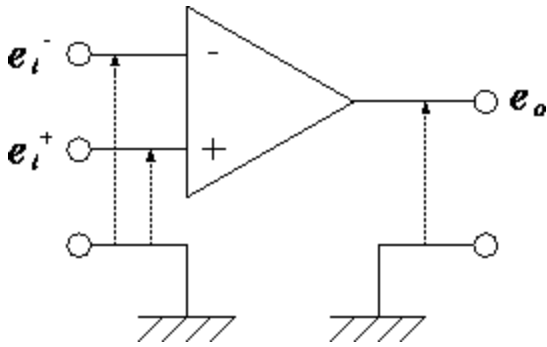
白い床



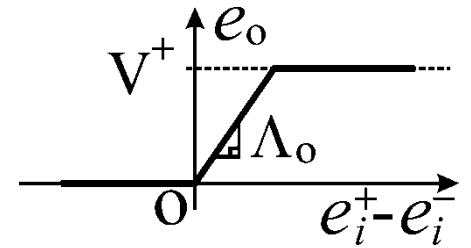
(人間の目を見た白黒と一致するとは限らない.)

# 回路の動作

- オペアンプの動作は？
- 差動増幅

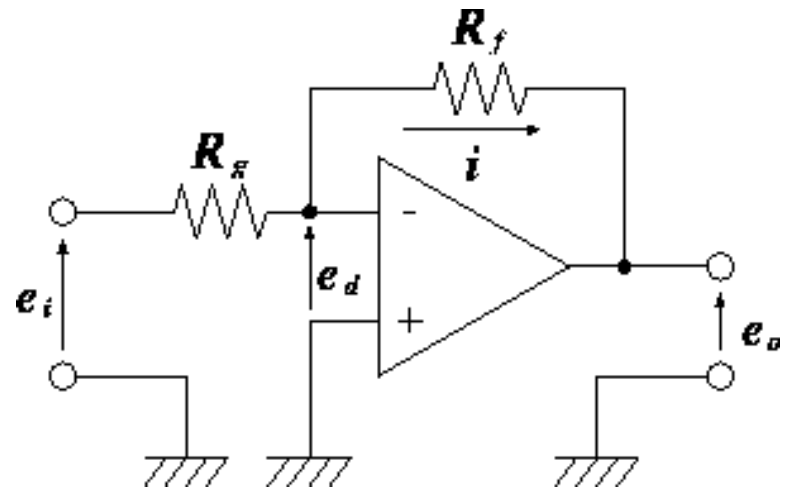


$$e_o = \Lambda_o (e_i^+ - e_i^-)$$



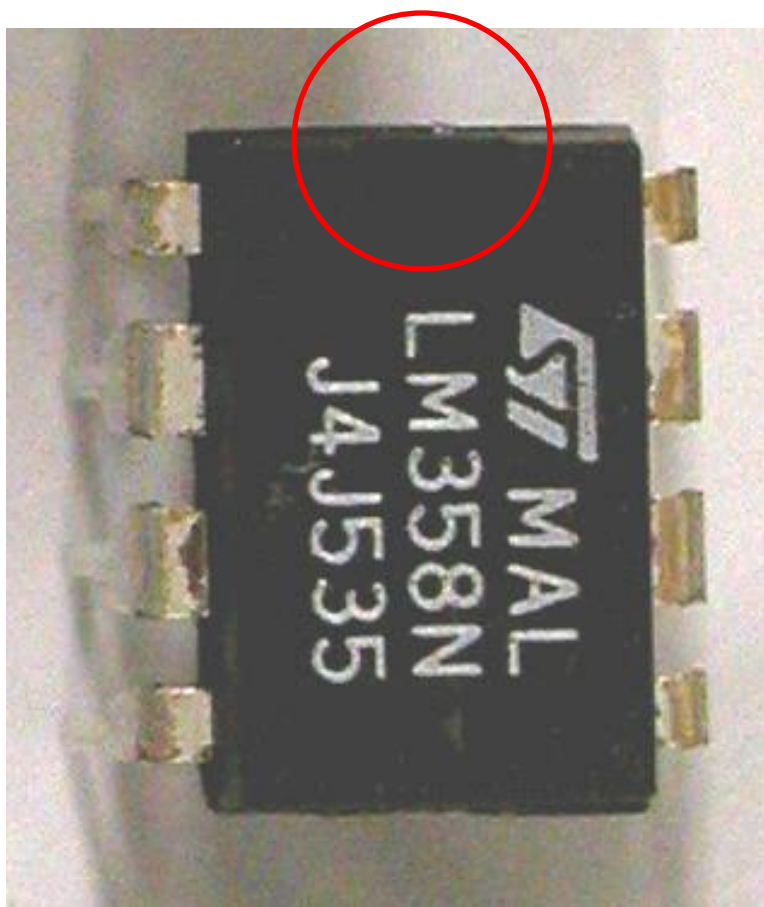
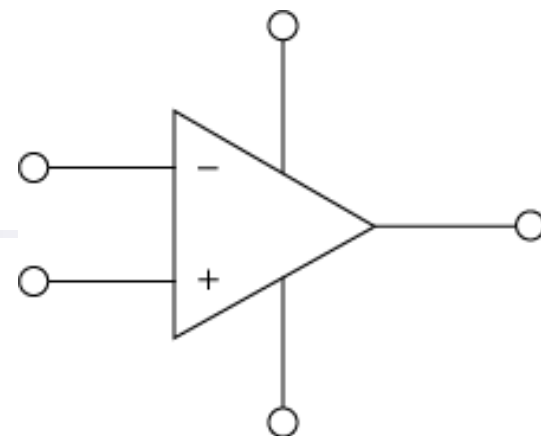
- 理想オペアンプ
  - 利得がほぼ無限大  $\Lambda_o \approx \infty$
  - イマジナリーショート
    - 電流の出入り無し
    - 入力側の電位を同じにする

- 例: 反転増幅回路  $e_o = -\frac{R_f}{R_g} e_i$



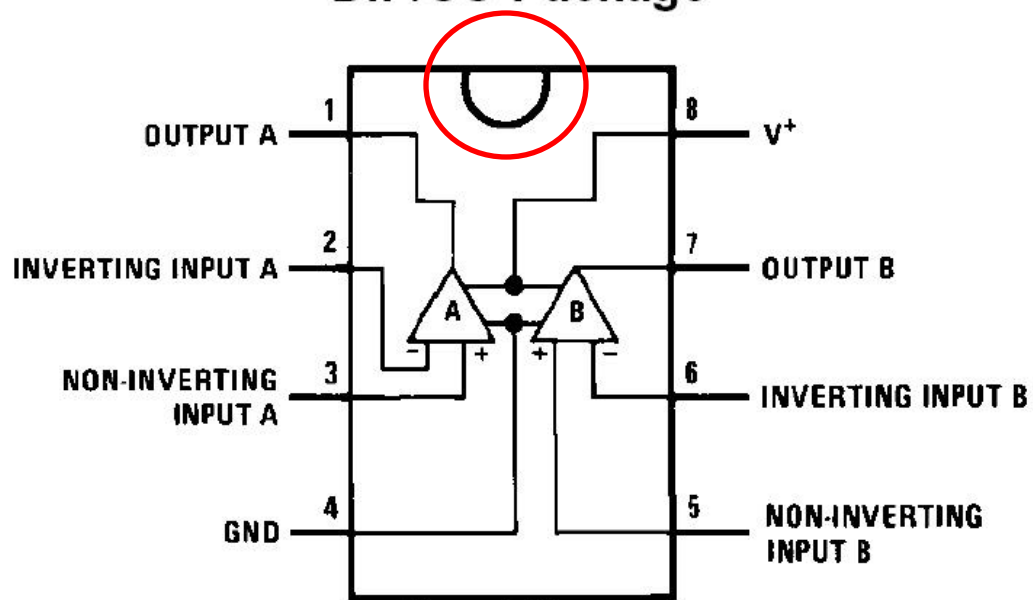
# カタログ(仕様書)

型番(オペアンプだとLM358N)で検索すると  
メーカーの仕様書が入手できる。



LM358N

DIP/SO Package



Top View

**LM358/LM2904**

低消費電力デュアル汎用オペアンプ

概要

LM358 シリーズは 2 個の独立した、高利得、同波数補償内蔵のオペアンプを封入したもので、特に、広範な動作電圧範囲での単一電源でも動作するという目的で設計されたものです。また、±両電源によっても各々のオペアンプ部を動作させる事もできます。消費電流は少なく、供給される電源電圧には無関係で一定です。

アプリケーションとしては、トランスデューサ・アンプ、DC ゲイン・ブロック、種々の通常のオペアンプ応用回路等があげられますが、特に単一電源動作を必要とする場合には、簡便という点で、LM358 シリーズが最適です。即ち、このシリーズはよくデジタル・システムに用いられる標準的な  $\pm 5V_{DC}$  単一電源で直接に動作させることができ、これまでの様に  $\pm 15V_{DC}$  等の±両電源を全く必要としません。

LM358/LM2904 は、ナショナル・セミコンダクター社の micro SMD パッケージ技術を用いたチップ・サイズ・パッケージ (8 パンプ micro SMD) でも供給されます。

特記すべき特性

- リニア・モードでは、単一電源動作でも入力同相電圧幅はグラウンド・レベルまでカバーし、また出力電圧もグラウンド・レベルまで振幅をとることが可能。
- コニティ・ゲイン周波数が温度補償されています。
- 入力バイアス電流もまた温度面で補償されています。

利点

- 動作させるのに±両電源は不要。
- ワン・チップに補償回路内蔵のオペアンプを 2 個封入。
- 直接 GND レベル近くの値まで検出可能で、しかも出力、 $V_{OUT}$  も GND レベルまでスイング可能。
- どの様なロジック回路ともレベル・コンパチブル
- バッテリ動作に最適な低消費電力

特長

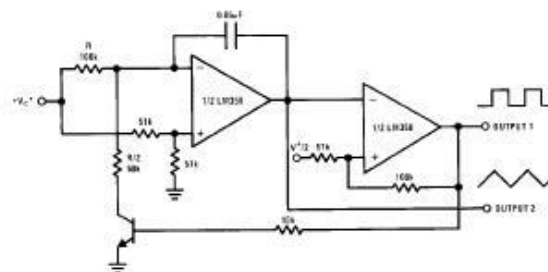
- 8 パンプ micro SMD チップ・サイズ・パッケージ (AN-1112 を参照)
- コニティ・ゲインとなる周波数までの補償回路内蔵
- 大直流電圧利得  $100dB$
- 広帯域(コニティゲイン)  $1MHz$   
(温度補償済み)
- 広い動作電圧範囲:  
単一電源  $3V_{DC} \sim 32V_{DC}$   
両電源  $\pm 1.5V_{DC} \sim \pm 16V_{DC}$
- 極めて少ない消費電流 (500  $\mu A$ )  
基本的に電源電圧の値には無関係
- 低入力オフセット電圧  $2mV$
- 入力同相電圧幅にグラウンド・レベルを含みます。
- 差動入力電圧幅は、電源電圧の値までとれます。
- 大出力電圧スイング可  $0V_{DC} \sim V_{CC} - 1.5V_{DC}$

カタログは必須

- 配線を考える
- 自分で設計する場合



Voltage Controlled Oscillator (VCO)





## 絶対最大定格

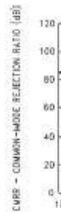
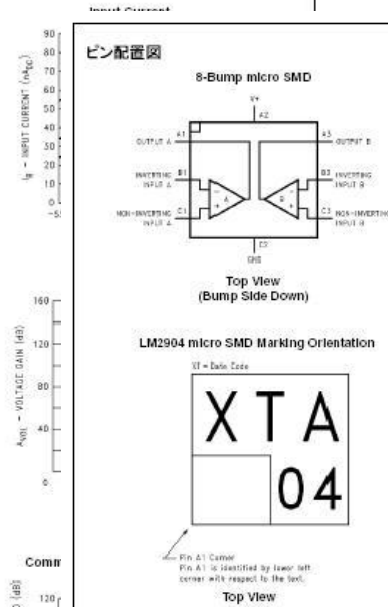
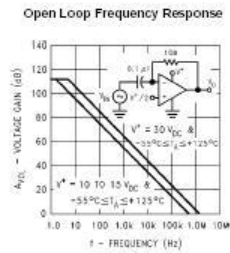
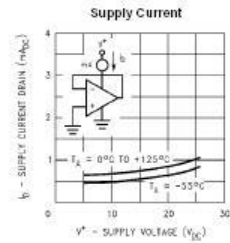
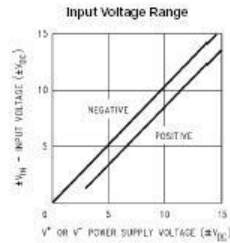
本データシートには軍用・航空宇宙用の規格は記載されていません。  
関連する電気的信頼性試験方法の規格を参照下さい。

	LM358/LM358A	LM2904
電源電圧 $V^+$	32V	26V
差動入力電圧	32V	26V
入力電圧	-0.3V ~ +32V	-0.3V ~ +26V
消費電力 (Note 1)		
モールド DIP	830 mW	
SO パッケージ (M)	530 mW	
micro SMD	435mW	
GND への出力回路短絡 (アンプ 1 回路) (Note 2) $V^+ \leq 15V$ および $T_A = 25^\circ C$	連続	
50 mA		
入力電流 ( $V_{IN} < -0.3V$ ) (Note 3)		
動作温度範囲	0°C ~ +70°C	
保存温度範囲	-65°C ~ +150°C	
リーク電流、DIP (ハンダ付け、10 秒)	260 $\mu A$	
ハンダ付け条件		
DIP パッケージ ハンダ付け (10 秒)	260 $\mu A$	
SO パッケージ ペーパー・フェーズ (60 秒)	215 $\mu A$	
赤外線 (15 秒)	220 $\mu A$	
その他の表面実装法については、アプリケーションノート AN-450 「表面実装法と信頼性における結果」を ESD 耐圧 (Note 10)	250V	

電気的特性 特記の無い限り、 $V^+ = +5.0V$ 

Parameter	Conditions	M
Input Offset Voltage	(Note 5), $T_A = 25^\circ C$	
Input Bias Current	$I_{BI(+)}$ or $I_{BI(-)}$ , $T_A = 25^\circ C$ , $V_{CM} = 0V$ , (Note 6)	
Input Offset Current	$I_{BI(+)} - I_{BI(-)}$ , $V_{CM} = 0V$ , $T_A = 25^\circ C$	
Input Common-Mode	$V^+ = 30V$ , (Note 7)	
Voltage Range	(LM2904, $V^+ = 26V$ ), $T_A = 25^\circ C$	
Supply Current	Over Full Temperature Range $R_L = \infty$ on All Op Amps $V^+ = 30V$ (LM2904 $V^+ = 26V$ ) $V^- = -5V$	

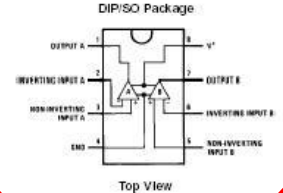
## 代表的な性能特性



## micro SMD Marking Orientation



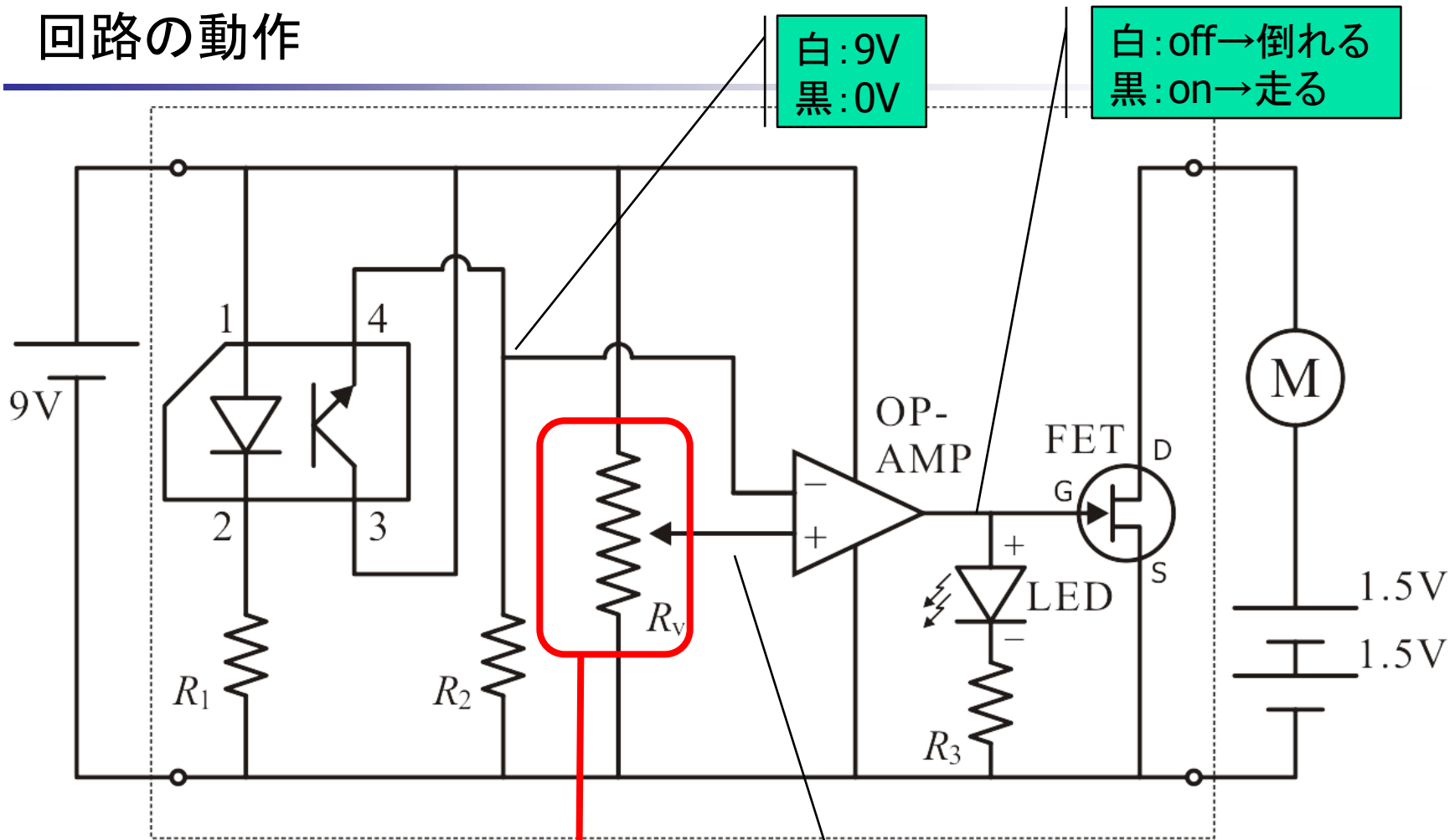
Top View



Top View



# 回路の動作



※ 実際には0~9Vではない。  
例, 3~7V. → 可変抵抗で感度調整

9Vと0Vの間に調整 (ex.4.5V)