

9-4 バイポーラトランジスタの出力特性

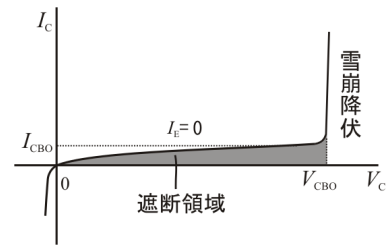
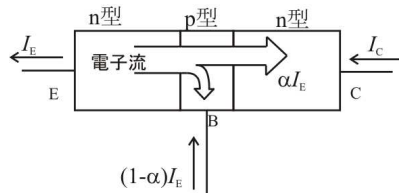
9-4-1 ベース接地

 $I_E = 0$ のとき

ベース-エミッタ間が開放していると考える。

このとき、コレクタ接合には pn 接合の逆バイアス時の飽和電流が流れる。この電流を「コレクタ遮断電流 I_{CBO} 」という。

Fig.1 の塗りつぶしの領域を「遮断領域(cut-off region)」という。

Fig.1 $I_E = 0$ の時の静特性 $I_E > 0$ のときFig.2 $I_E > 0$ の時の電子流

α : 電流増幅率 (current amplification factor) または電流伝達率

$$\alpha = \frac{I_C - I_{CBO}}{I_E}$$

I_{CBO} は通常非常に小さいため、

$$\alpha \cong \frac{I_C}{I_E}$$

通常、 α は 1 に近い値になるので、 I_C と I_E はほぼ同じ値となる。

I_C が V_C に依存せず、一定の値となる領域を「活性領域(active region)」という（完全に一定というわけではなく、 V_C 増大で僅かに I_C も増加する）。

「突き抜け(punch through)」現象： ベースの抵抗率が高いと V_C を増加した場合、コレクタ接合の空乏層がベース側に広がっていき、エミッタ接合とつながってトランジスタ作用が失われる。

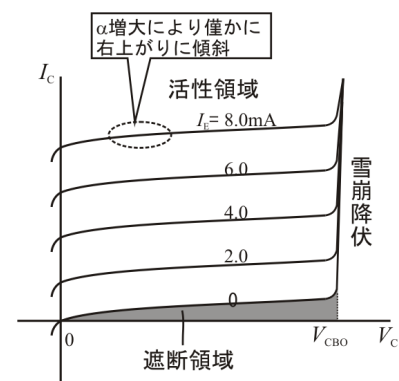
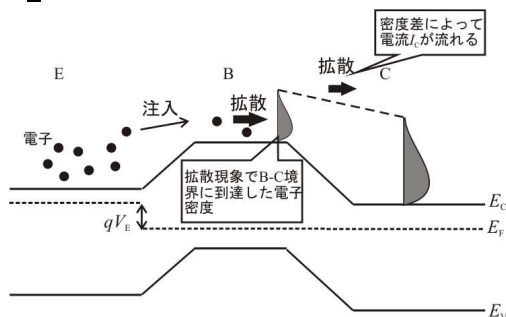


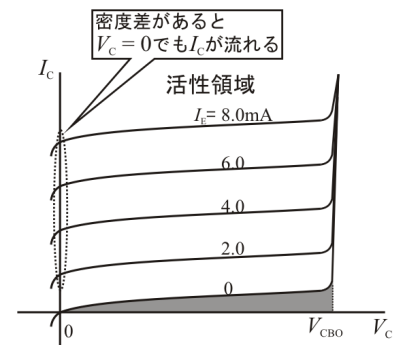
Fig.3 活性領域

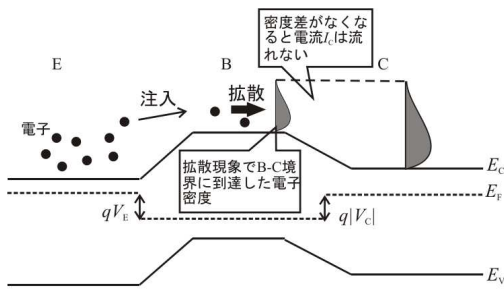
 $V_C = 0$ のときFig.4 $V_C = 0$ の時のバンド図

エミッタ接合：順バイアス印加

エミッタからベースに少数キャリア注入

1. ベース領域を拡散現象で移動してコレクタ接合に達する。
2. コレクタ接合のベース側とコレクタ側のキャリア密度差によってキャリアが移動、すなわち電流 I_C が流れる。

Fig.5 密度差による I_C 電流

$V_C < 0$ のときFig.6 $V_C < 0$ の時のバンド図

1. コレクタ接合：順バイアス印加
2. コレクタ接合のベース側とコレクタ側のキャリアの密度差がなくなると電流 I_C が流れなくなる。

$$I_C = 0$$

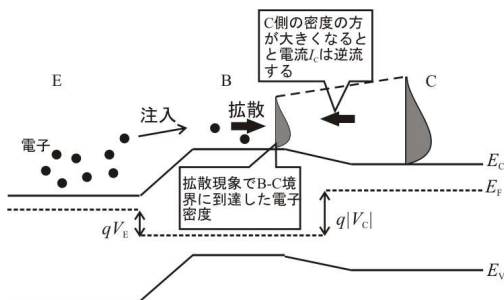


Fig.7 コレクタ電流の逆流

コレクタ側のキャリア密度がベース側のキャリア密度よりも大きくなると、コレクタ領域からベース領域へキャリアが拡散していくようになる。すなわち、**電流 I_C が逆流**することになる。

その結果、エミッタ領域からベース領域へ拡散する電子流が減少し、また、ベース領域に電子が増加するため、再結合が生じやすくなる。

この領域を「**飽和領域 (saturation region)**」という。

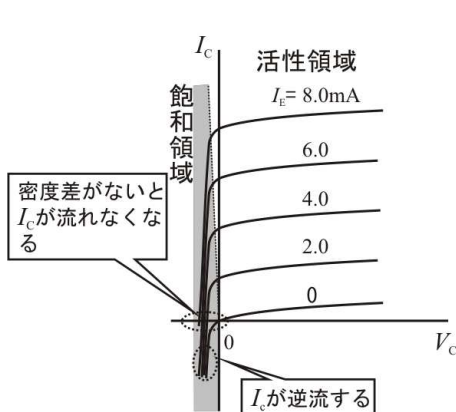


Fig.8 飽和領域

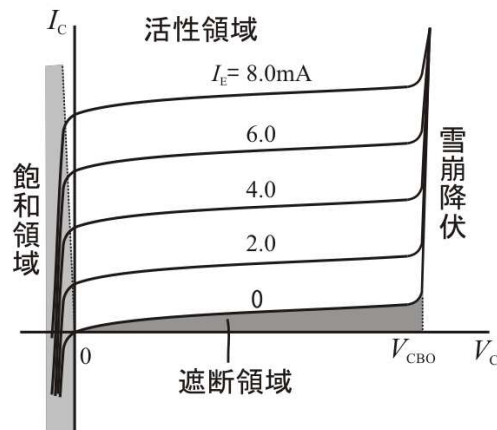


Fig.9 ベース接地トランジスタの出力特性

以上をまとめると、ベース接地の出力特性は Fig.9 に示すようになる。また、各領域の印加バイアスの状態を Table1 に示す。

Table1. 各領域のバイアス状態

	エミッタ接合	コレクタ接合
活性領域	順バイアス	逆バイアス
飽和領域	順バイアス	順バイアス
遮断領域	逆バイアス	逆バイアス