

低耗能與高積集度的優點，還具備 Bipolar 在速度上的優勢，使 BiCMOS 整個的表現較 CMOS 更卓越。為了在原本全是以 CMOS 為主體的設計中加入 Bipolar 元件，我們可以想見的到 BiCMOS 製程將比 CMOS 製程更加的複雜，且成本提高。在與 CMOS 比較時，Bipolar 具有以下特色：

1. 速度： $G_m(\text{CMOS}) = \delta I_d / \delta V_g$ ， $G_m(\text{Bipolar}) = I_c / (kT/q)$ ，CMOS 的 G_m 約為 Bipolar 的 1/2 至 1/4。
2. 訊號放大能力： $\text{Gain} = G_m \cdot R_{out}$ 的 $R_{out}(\text{CMOS}) = \delta I_d / \delta V_d$ ， $R_{out}(\text{Bipolar}) = \delta I_c / \delta V_{CE}$ ，雙載子電晶體有極大的 Early voltage，訊號放大能力極佳。
3. 耗能：雙載子電晶體在相同速度下有較低耗能（higher G_m/I_d ）。
4. 元件匹配（matching）：雙載子電晶體無 CMOS V_t variation 問題。
5. 噪音（noise）：雙載子電晶體無 Gate oxide，沒有 $1/f$ 噪音問題。
6. 崩潰電壓：雙載子電晶體無 Gate oxide 低崩潰電壓問題，為絕佳功率放大元件 power Amp。
7. 可靠度：雙載子電晶體無 Gate oxide，不易受電漿製程／靜電等損壞，可靠度較佳。
8. 截止頻率：雙載子電晶體無閘汲極耦合電容（引進第二極點在高頻響應特性）有較高截止頻率。

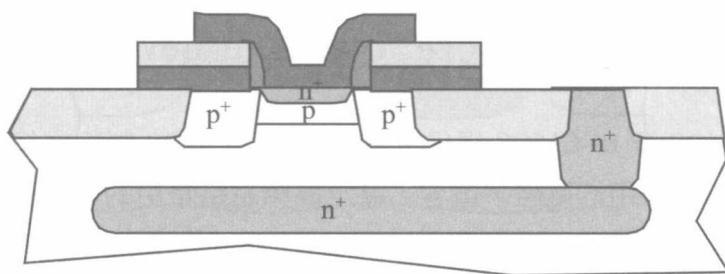


圖 10-15 SiGe HBT BJT 製程結構圖。

除了 Bi-CMOS 提供更高性能的元件外，我們也可以於磊晶成長 n+poly 射極時，加入 graded Ge 分子，稱此製程為 HBT-BJT（Hetro-junction Bipolar transistor），當控制較高 SiGe 濃度於集極端時，較小的 band gap 降低了基極的 transit time，增加射極效率，進而增加了雙載子電晶體的操作速度，提高 f_t ， f_{max} ，