

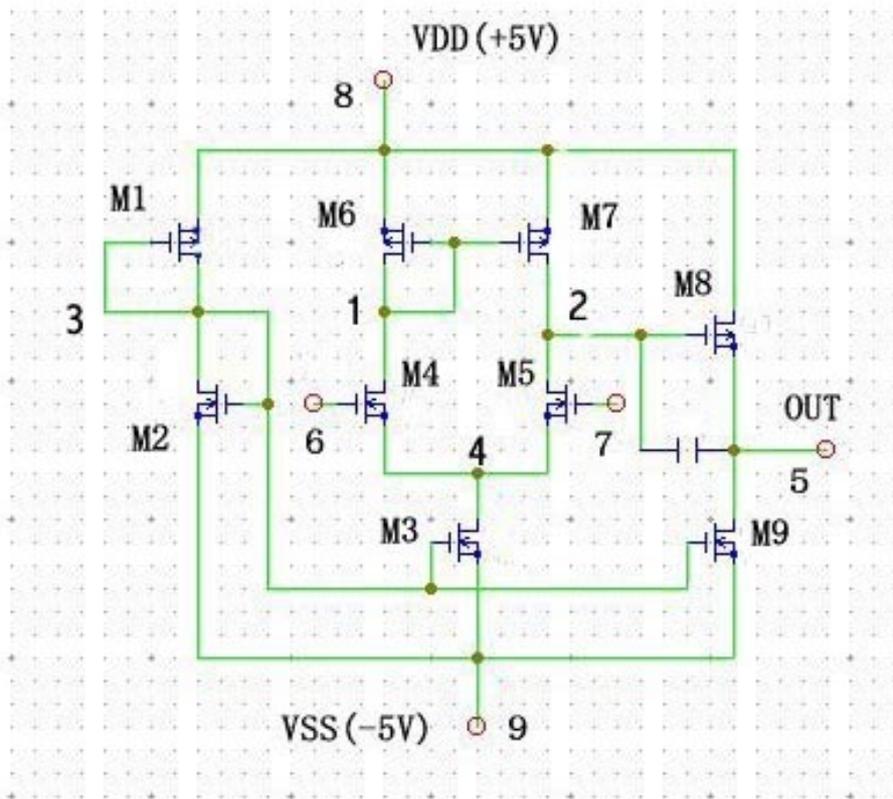
CMOS-OPアンプの基本回路

下図がCMOS-OPアンプの基本的な回路である。

M1, M2がバイアス回路、M3, M4, M5, M6, M7が差動増幅回路、M8, M9が出力回路を構成しています。C1は位相補償用コンデンサです。

バイアス回路部でアンプの電流を決定している。差動増幅回路では、NMOSトランジスタを入力トランジスタとして使用しているが、これはWELLを浮動化して、基板バイアス電圧を無くし、入力レンジを広げるためのものである。出力回路段はA級増幅である。

詳細については、[トランジスタ技術 \(CQ出版\) 1993・7月号\(P317 - 330\)](#)を参照して下さい。



それではオープンループ利得を見るためのSPICEプログラムを組んでみましょう。回路図の数字はノード番号を表しています。Vi- 入力 (M4 ゲート入力 - ノード番号 6) を 0V、Vi+ 入力 (M5 ゲート入力 - ノード番号 7) に 1 μ V 入力した時 (当然差動電圧は 1 μ V) の出力電圧を観測します。

通常のプログラムでは.LIB コマンドでデバイスモデルを呼び出すのですが、ここでは、デバイスモデルも記述してあります。

CMOS-OP アンプ回路の SPICE シミュレーションプログラム

```
-----
1 CMOS OP アンプ SR 特性      1998/6   S.Takei
2 *-----   CMOS デバイスモデル   -----
3 .model      TC407N NMOS(LEVEL=3 LD=1.2U VTO=0.7
4 +          KP=1.6E-5 GAMMA=1.0 TOX=1.0E-7 TPG=0
5 +          NSUB=5E15 L=8U W=290U WD=1.4U RD=2.0
6 +          RS=2.0 RG=2.0 CGSO=4.14E-10 CGDO=4.14E-10
7 +          CGBO=1.61E-10 TT=100n)
8 * TOSHIBA CMOS IC (TC4007UBP) CMOS LOCCOS 8U PROCESS
9 *          93-02-15 版      by Sumiaki Takei
10 .model     TC407P PMOS(LEVEL=3 LD=1.2U VTO=-0.6
11 +         KP=0.7E-5 GAMMA=0.9 TOX=1.0E-7 TPG=0
12 +         NSUB=2E15 L=8U W=480U WD=1.4U RD=2.0
13 +         RS=2.0 RG=2.0 CGSO=4.14E-10 CGDO=4.14E-10
14 +         CGBO=1.61E-10 TT=80n)
15 * TOSHIBA CMOS IC (TC4007UBP) CMOS LOCCOS 8U PROCESS
16 *          93-02-15 版      by Sumiaki Takei
17 *-----
18 VDD      8      0      5
19 VSS      9      0     -5
20 Vi+     7      0  SIN(0 1 $\mu$ V 20kHz)
21 .TRAN      15n    10u
22 M1      3      3      8      8      TC407P
23 M2      3      3      9      9      TC407N
24 M3      4      3      9      9      TC407N
25 M4      1      0      4      4      TC407N
26 M5      2      7      4      4      TC407N
27 M6      1      1      8      8      TC407P
28 M7      2      1      8      8      TC407P
29 M8      5      2      8      8      TC407P
30 M9      5      3      9      9      TC407N
31 C1       2       5       150p IC=0
32 .PROBE    V(7)    V(5)
33 .END
-----
```

プログラムの一行目はコメント行で回路の説明等を入れておくとよい。2行目以降でコメントを入れたい場合は*を行頭に記入すればよい。
また一行の文が長い場合には、次の行頭に+を記入すれば前行からの続きと判断される。
行番号は説明のために入れているが、実際のプログラムでは必要ありません。