

平成18年演算増幅設計コンテスト
「集積化実現の部」
－ 測定方法および提出データの詳細 －

第I部

提出データ

審査のために各応募者は以下のものを提出する必要がある．

- 試作チップ（パッケージされたもの 2 個程度）
注意：一つのチップに複数の回路を集積した場合、応募者名とピン番号の対応を明確にすること．
- 測定結果
提出する測定結果は以下の通り．
 1. 利得対周波数特性
 2. 利得帯域幅積
 3. スルーレート
 4. オフセット電圧
 5. 消費電力
 6. 出力電圧範囲
 7. 入力電圧範囲測定方法および測定結果の書き方の詳細は第 II 部を参照すること．
- シミュレーション結果
 1. 数値だけでなく、周波数特性などグラフも提出すること．
 2. 測定の項目には入っていないが直流利得および位相余裕のシミュレーション値も記述する．
 3. 注意事項：オンセミ $1.2\mu\text{m}$ のプロセスパラメータは 2 通り存在しており（東京大学および京都大学提供のもの）、提出の際にはどちらを使用したかを記述する．
- 回路図
設計パラメータ（W/L 比、抵抗値、容量値等）を記述すること．

第II部

測定方法

測定における注意点：

1. 測定は原則として電源電圧 5V(±2.5V)で行うとする．万が一回路が電源電圧 5V で動作しないまたは著しく特性が劣化する場合はコンテスト事務局に相談すること．
2. 測定する際の計測器および基本回路以外の周辺回路の構成を記述すること．
3. スルーレートの測定において負荷容量 1nF で回路が動作しない場合は容量値を減らしても良いが、測定結果に明確に記述すること（減点対象）．

1 利得対周波数特性測定回路

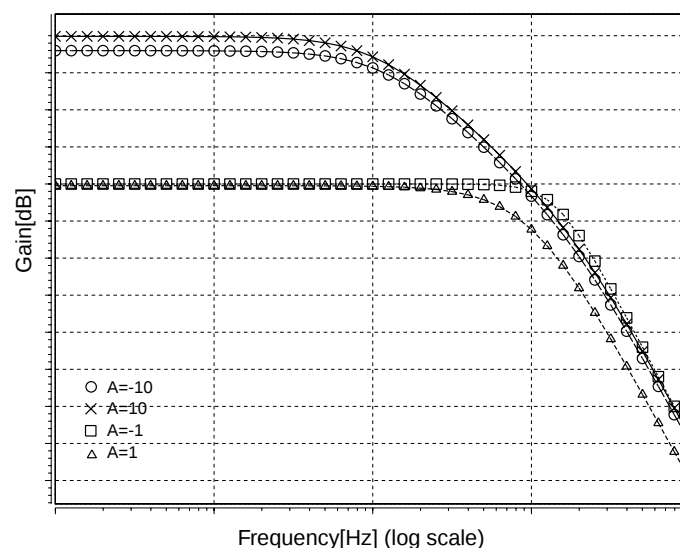


図 1: 利得対周波数特性

利得対周波数特性は図 2～4 の基本回路構成を用いて測定する．測定結果から図 1 のようなグラフを作成し提出すること．信号発生器およびオシロスコープを用いて測定する場合は出力が歪まない程度の入力振幅を用いること．なお利得 A は

$$A = 20 \times \log_{10} \left| \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right| \quad (1)$$

を用いて求める．

1.1 反転増幅器

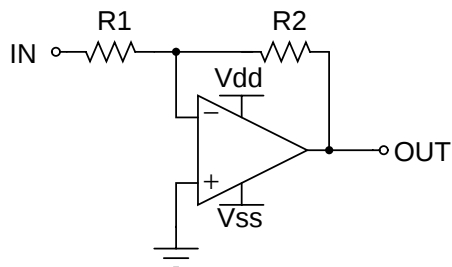


図 2: 反転増幅器

反転増幅器の回路を図 2 に示す． $R_2 = 2\text{k}\Omega$ として、反転増幅器の利得が -1 および -10 の時の R_1 はそれぞれ $2\text{k}\Omega$ および 200Ω とする．

1.2 非反転増幅器

非反転増幅回路を図 3 に示す．この回路は利得が 1 より大きな増幅器を構成する場合に使う．利得が 1 の非反転増幅器は図 4 に示す．

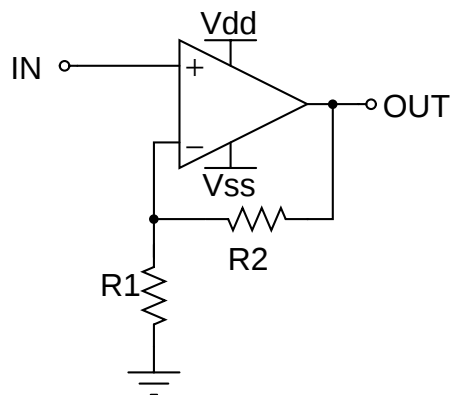


図 3: 非反転増幅器 (利得=10 倍、 $R_1 = 200\Omega$, $R_2 = 1.8\text{k}\Omega$)

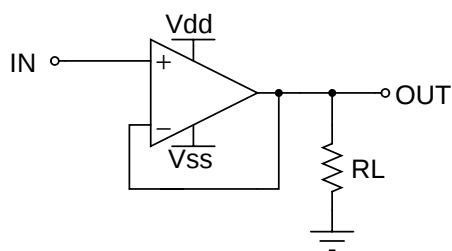


図 4: 非反転増幅器 (利得=1 倍、 $R_L = 2\text{k}\Omega$)

1.3 利得帯域幅積

利得帯域幅積は図 1 で得られた周波数特性を用いて求める．利用するのは利得 = 10 倍の時の周波数特性である．図 5 の様に利得特性が -20dB/dec で減衰する領域において 2 点以上を選びそれぞれの横軸および縦軸の値を読み取る（例では f_1, f_2, A_1, A_2 ）．利得帯域幅積 GBP は

$$GBP = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N f_n \times 10^{A_n/20} \quad (2)$$

を用いて求めること．但し、 N は測定点の数である¹．

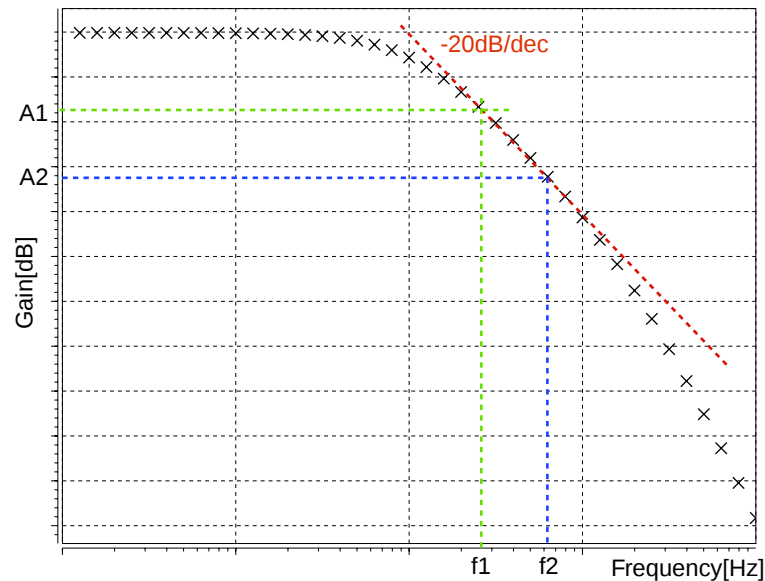


図 5: 利得帯域幅積の求め方

¹より多くの測定点を取ることが望ましい．

2 スルーレート測定回路

スルーレートの測定回路を図6に示す．入力信号は $1V_{pp}$ のパルスとする．図6のそれぞれの回路においてそれぞれ立ち上がりおよび立ち下がりスルーレートを計測する．立ち上がりおよび立ち下がりスルーレート SR_+ および SR_- は

$$SR_+ = \frac{0.9 * V_{pulse} - 0.1 * V_{pulse}}{t_{90\%} - t_{10\%}} \quad (3)$$

$$SR_- = \frac{0.1 * V_{pulse} - 0.9 * V_{pulse}}{t_{90\%} - t_{10\%}} \quad (4)$$

を用いて求める²．但し、 $t_{10\%}$ および $t_{90\%}$ はそれぞれ出力電圧が最終値の10% および90% に達した時の時間であり、 $V_{pulse} = 1V$ である (図7を参照)．測定時の波形を添付するとおおよしい．

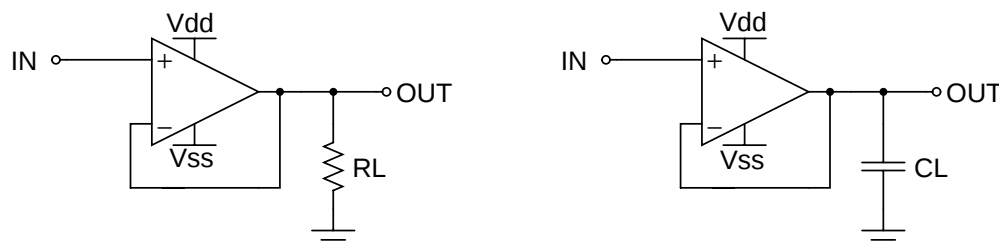


図 6: スルーレート測定回路 ($R_L = 2k\Omega$, $C_L = 1nF$)

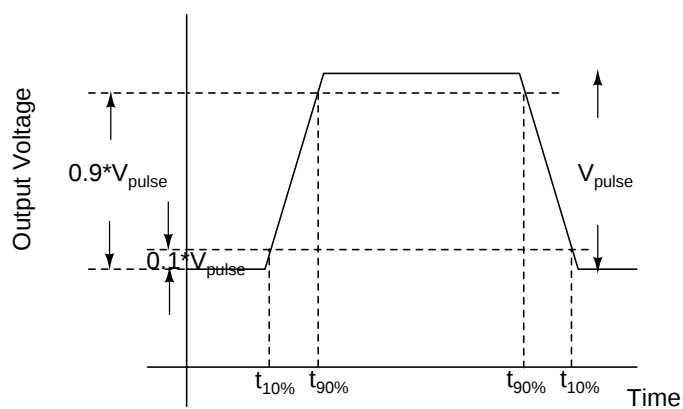


図 7: スルーレートの求め方

²この計算方法は当コンテストにおける簡単な測定方法であり、一般的には出力電圧の立ち上がりおよび立ち上がりにおける傾きを求めなければならない．

3 オフセット電圧および消費電力の測定回路

オフセット電圧および消費電力の測定回路を図 8 に示す．出力が 0V になった時 (両電源の場合) の V_{os} の値をオフセット電圧とする．また電流メータの測定値と $(V_{dd} - V_{ss})$ の積を消費電力とする．

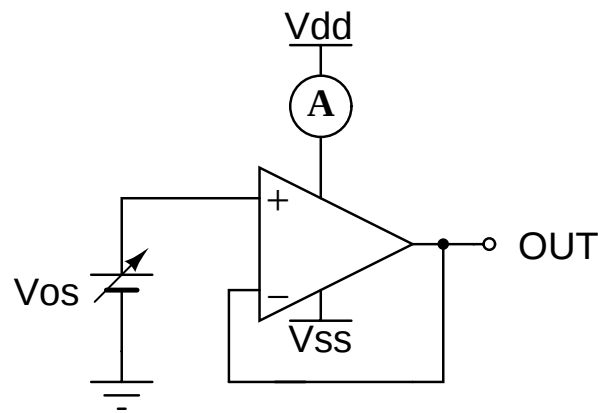


図 8: バイアス測定回路 (無負荷)

注意:

- 消費電流の測定はバイアス回路で消費される電流も含むのでバイアス回路の共有は不可とする．
- 電流計の有効桁数を確認すること．最低限でも 2 桁以上の精度で測定を行うことが望ましい．

4 直流入出力特性の測定回路

4.1 出力電圧範囲

出力電圧範囲を測定するための回路を図 9 に示す．入力電圧 V_{IN} は V_{ss} から V_{dd} までの直流電圧源の掃引とする．出力電圧 V_{OUT} 対入力電圧 V_{IN} の特性をプロットし提出する．

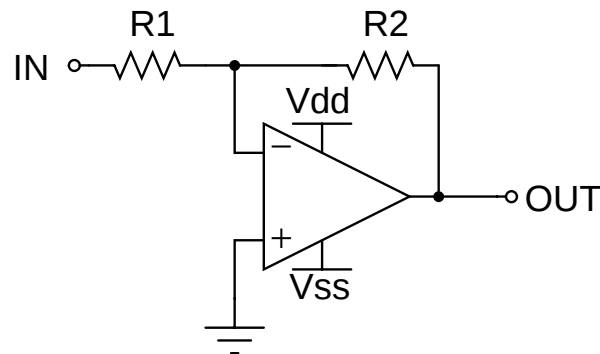


図 9: 利得 -1 倍、 $R_1 = R_2 = 2\text{k}\Omega$

4.2 同相電圧範囲

同相電圧範囲を測定するための回路を図 10 に示す．入力電圧 V_{IN} は V_{ss} から V_{dd} までの直流電圧源の掃引とする．出力電圧 V_{OUT} 対入力電圧 V_{IN} の特性をプロットし提出する．

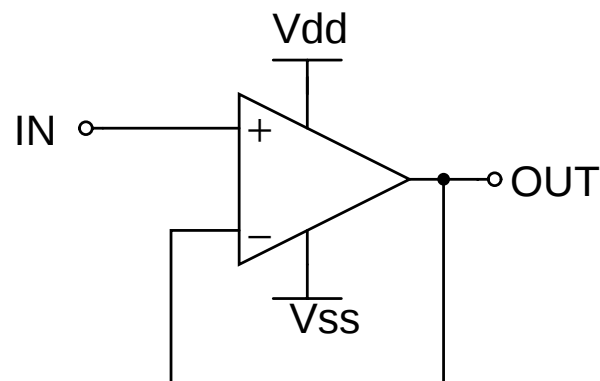


図 10: ボルテージフォロワ回路 (無負荷)

測定データ提出形式（一例）

氏名：

所属：

表 1: 演算増幅器特性

項目	条件	シミュレーション値	測定値	単位
利得帯域幅積		1.5	1.0	MHz
スルーレート				
SR_+	抵抗負荷のみ、 $R_L = 2k\Omega$	200.0	80.0	$V/\mu s$
SR_-		-80.0	-30.0	$V/\mu s$
SR_+	容量負荷のみ、 $C_L = 1nF$	100.0	40.0	$V/\mu s$
SR_-		-40.0	-10.0	$V/\mu s$
オフセット電圧	無負荷	3.5	10.0	mV
消費電力	無負荷	4.0	5.0	mW
出力電圧範囲	利得=-1 倍、 $R_1 = R_2 = 2k\Omega$	4.6	4.5	V
同相電圧範囲	利得=1 倍、無負荷	3.5	3.0	V

