

ネットワーク・アナライザを使った S パラメータ測定では、通常デバイスに給電し、動作状態で測定を行います。一般的に測定予定の S パラメータは、デバイスの非飽和領域(小信号領域)での測定データですが、実際はバイアス条件を変える途中で飽和領域に入って測定している場合も多いため、ここでは正しい測定方法をご紹介します。

デバイスへの入力信号レベルを決定する方法

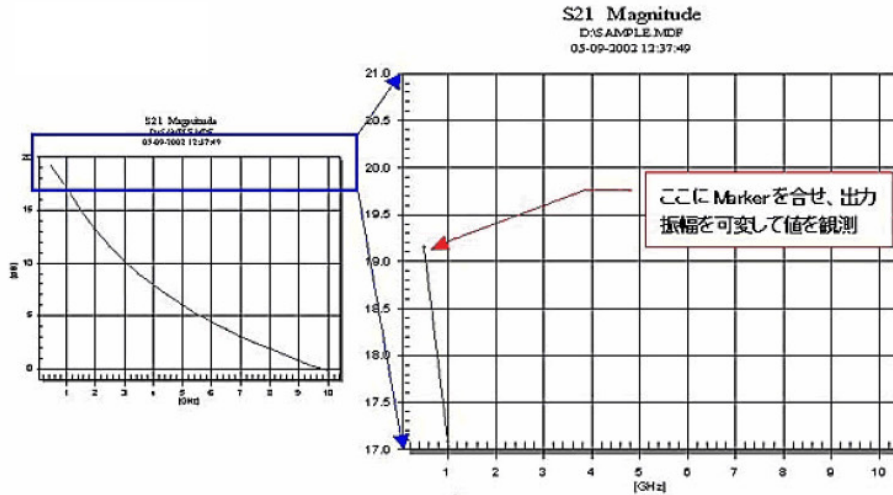
デバイスの S パラメータは、周波数を掃引して測定します。この際、多くの半導体デバイスの測定では、測定周波数の下領域で S21 が大きくなります。周波数の下限域でデバイスが飽和していなければ、非飽和領域の測定ができたと考えられます。

1. ネットワーク・アナライザの測定周波数範囲を決め、2ポート校正を行う。仮にポート1を入力側、ポート2を出力側とする。各ポートの信号レベルは問わない。
2. デバイスへプロービングし、所望のバイアスを印加すると、デバイスは動作状態になる。ネットワーク・アナライザのポート1の出力信号レベルを仮に A dB とする。
3. S21 の Log-Mag 表示で、測定周波数の下限域でスケールを 1dB/div 以下にし、トレースを画面中央に表示(図 1)。この際、最下限周波数にマーカーを合わせ、マーカーの値 (X dB) を記録する。
4. ネットワーク・アナライザのポート1の「POWER」のメニューに入り、出力信号レベルを 1dB 下げる。この際のマーカーの値 (Y dB) を前の状態と比較する。
5. マーカーの値の差 (Y-X) が+であれば、出力振幅が A dB の場合、飽和領域でデバイスが動作していることになる。S21 は入力振幅と出力振幅の比であるため、完全な非飽和領域でデバイスが動作していれば、入力振幅の変化に伴い出力振幅も変化するため、S21 は変化しない。
6. 上記4項と5項を繰り返し、マーカーの値の差が無くなるまで出力振幅を下げる。
7. 最終的な出力振幅での S パラメータ測定が、デバイスの動作状態での非飽和領域の測定となる。

注意点

1. S21 Log-Mag 測定での各掃引毎のデータの再現性レベルを最初に把握しておく。
2. ネットワーク・アナライザの機種によっては、信号源出力の制御とアッテネータの制御の二通りで、出力振幅を変化させる。アッテネータが 10dB Step の場合は、アッテネータを使って疎調整し、その後 1dB Step で微調整するとよい。
3. アッテネータの設定を変更した場合は、校正を再度行う。
4. ネットワーク・アナライザのテストセットの構成では、S21 の裸の Thru 特性が測定周波数の下限域で下降する機種もある(図 2)。この場合、校正後はデータの再現性が下限域(ここでは約 200MHz以下)で劣化する場合があるため、マーカーを下限域以上の周波数帯域に設定すると良い。ただし、下限域が飽和していないかどうか注意する。
5. デバイスが動作状態の時に発熱し、デバイスの温度変化が起こり得る場合は、熱的に平衡状態が取られるまで待ち、S21 のトレースが安定した後、出力振幅の操作を始める。
6. S21 の変化をどの程度抑えれば非飽和領域に達するのか、基準を設定する。
7. S21 が最大値となる周波数(通常は測定周波数の最下限)を確認しやすくするため、ネットワーク・アナライザ校正後に S21 を測定する。
8. S21 の Log-Mag 表示で、S21 が測定周波数の最下限域より上で最大値となっている場合は、その周波数に Marker を合わせる。出力振幅も最大になっているため、その周波数で飽和させないように注意する。

◆図1 S21 Log-Magの全体表示(左)と拡大表示(右)



◆図2 S21の裸特性が下降している例

