

3.3.1 アクティブ円偏波アンテナ低ノイズ増幅器

図 3.35 はアクティブ円偏波アンテナ低雑音増幅器である [5]。その特徴は、整合回路を取り除いたことにある。ここでは、その設計法について説明する。

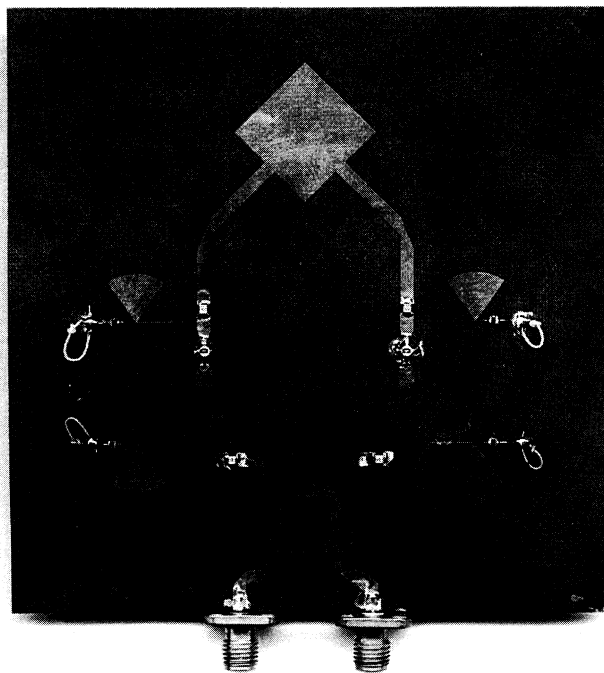


図 3.35: アクティブ円偏波アンテナ低ノイズ増幅器の写真 (参考文献 [5] から, Copyright © EuMA)

まず、最初にパッチアンテナの S-パラメータを TRL 校正を用いて正確に測定する。このデータは、ADS や Series IV といった CAD ツールに取り込むことによって低雑音増幅器の入力整合回路の設計に使用される。

回路シミュレータを使用してアクティブアンテナ受信機を設計するために、図 3.36 のような、擬似回路を構成した。まず、入力シグナルは 90° パワーディバイダによって、二つのチャンネルに分けられる。これは、円偏波を回路シミュレータの中で擬似的に実現するためである。分けられたシグナルはそれぞれ、式 3.4 に示す散乱行列のような特性を持つ 3 ポートデバイスへ送られる。これにより、ADS や Series IV といった一般的な回路シミュレータを使い、雑音指数やスタビリティなどのシミュレーションが可能になる。図 3.37 は、最終的なシミュレーションの構図である。RF 入力ポートは、自由空間から回路シミュレーションへの窓口としての役割を果たす。

$$[S]_{3p} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (3.4)$$

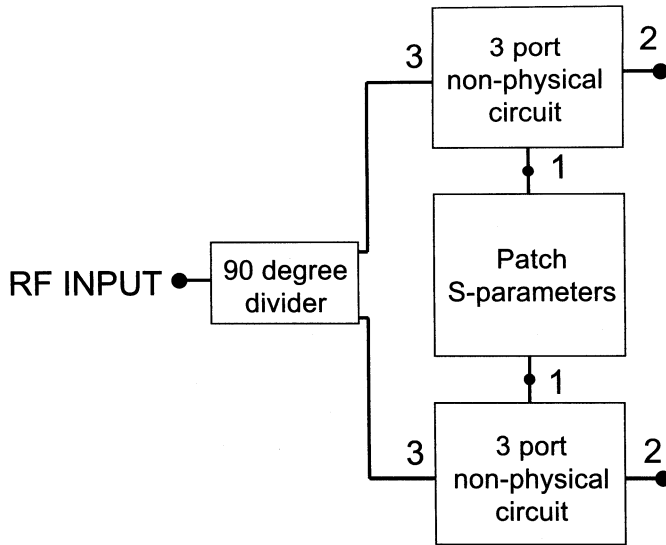


図 3.36: 3 ポートパワーディバイダ

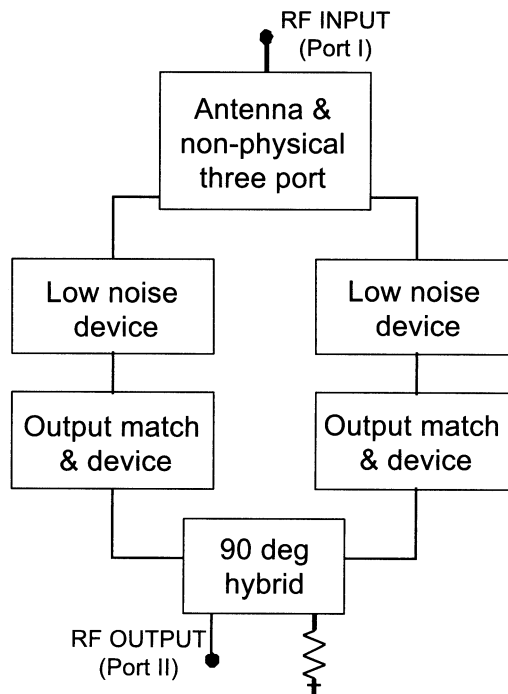


図 3.37: 回路シミュレーションの構図

試作されたアクティブアンテナ低雑音増幅器は、図 3.35 に示されている。増幅器の入力側には整合回路は存在しないため、回路サイズは極端に小さくなる。回路の測定は、パワー増幅器の場合と同じように、電波暗室内でパッシブアンテナとの比較によって行われる。もう一つは、ノイズフィギュアメータを使う方法である。図 3.38 は雑音指数の測定およびシミュレーション結果である。シミュレーション結果と測定結果は非常に近似している、この設計方法が有効であることを示している。最小雑音指数は 0.4 dB で、その時の周波数は 5.74 GHz であった。増幅器の利得の測定およびシミュレーション結果は図 3.39 に示される。デザイン周波数での利得は、11 dB であった。より高い利得が低い周波数で得られたが、これは、デザインに利得整合でなく、雑音整合が使われたためである。図 3.40 は、回路の出力ポートのブランチラインカップラのポートでの S-パラメータデータである。インピーダンスの整合や、アイソレーションが確実に得られているのがわかる。アクティブアンテナの放射パターンは比較用のパッシブアンテナとほぼ同じで、回路の利得も確認された。図 3.41 は、アクティブ及びパッシブアンテナの放射パターンの測定結果である。

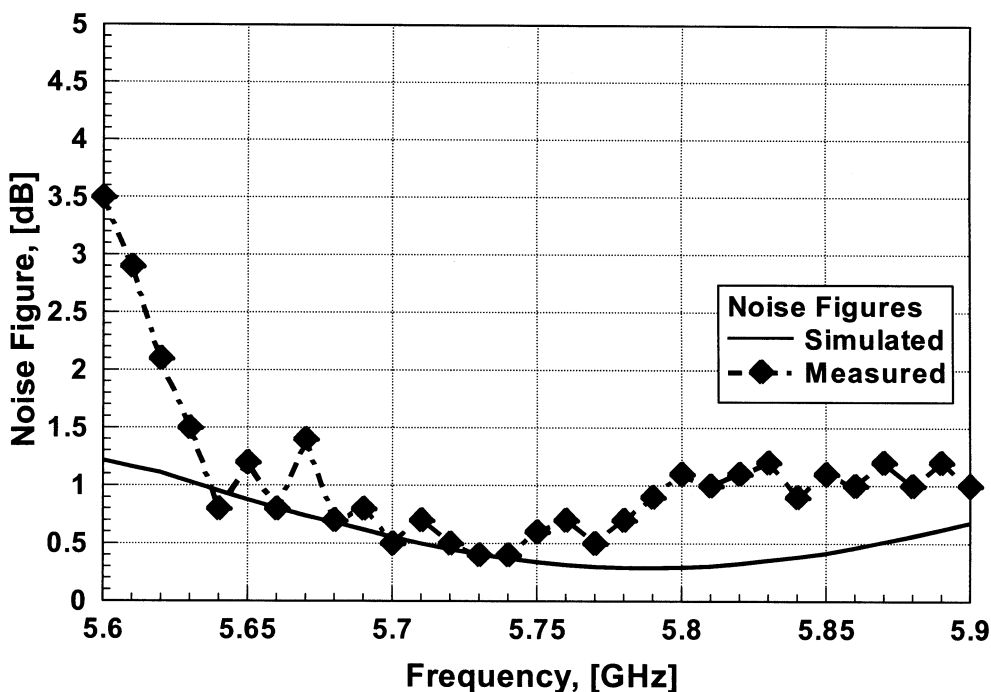


図 3.38: ノイズ指数の測定及びシミュレーション結果

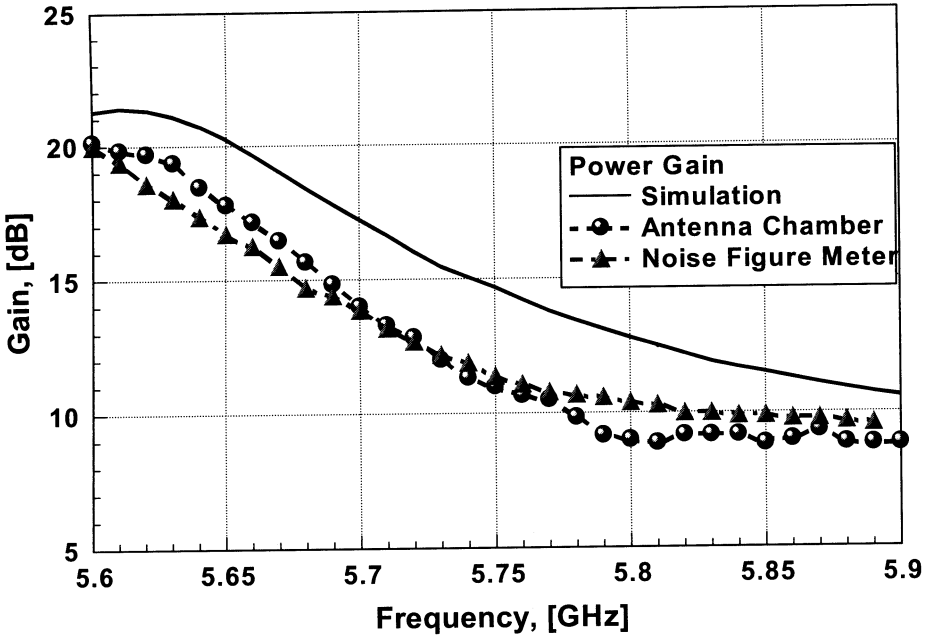


図 3.39: 利得の測定及びシミュレーション結果

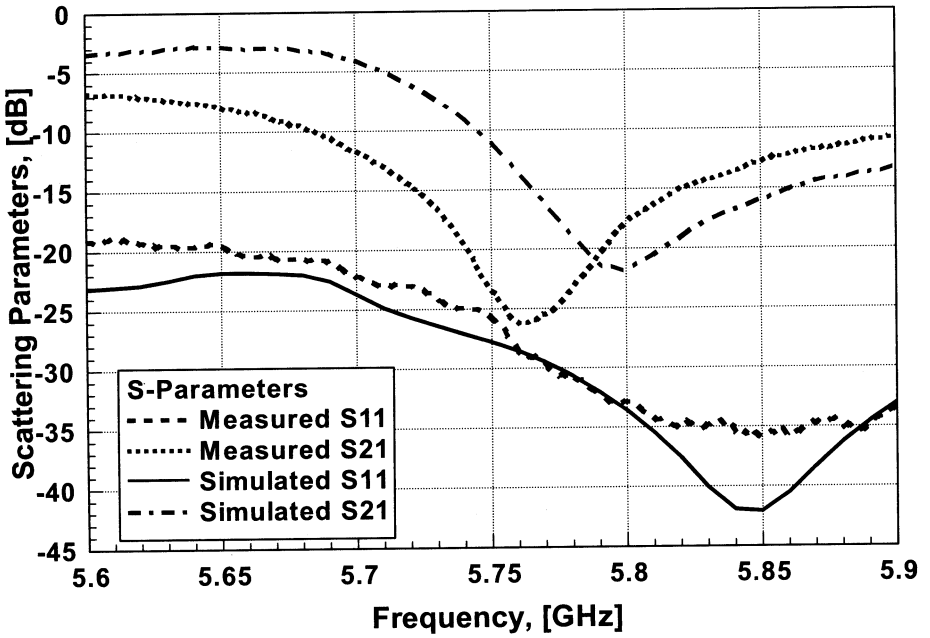


図 3.40: システムの S パラメータの測定及びシミュレーション結果