

このPDFは、CQ出版社発売の「実用マイクロ波技術講座 -アクティブアンテナ- 第7巻」の一部分の見本です。内容・購入方法などにつきましては是非以下のホームページをご覧ください。
<http://www.cqpub.co.jp/hanbai/books/79/79771.htm>

第4章 アクティブアンテナのミリ波への応用

4.1 序論

近年、マルチメディアを目的としたRF機器は、高速通信を実現するために、その通信周波数を年々高めつつある [1]。したがって、低価なミリ波回路の実現が非常に重要である。また、ミリ波帯では、損失が大きいため回路の集積化は最重要課題である。アクティブアンテナコンセプトは回路の縮小化、低価格化を助けるので、ミリ波への応用も期待されている。高周波回路での回路設計は、波長が短いため非常に敏感であるので注意が必要になる。この章では、ミリ波帯域でのアクティブアンテナの例と測定方法を述べる。

4.2 アンテナ一体型ダイレクトコンバージョン送受信機

ダイレクトコンバージョンは、近年コミュニケーションシステムで幅広く使用されている技術である。ダイレクトコンバージョン受信機では、受信信号をIFを介さず、直接ベースバンド周波数まで復調することにより、回路をよりシンプルにすることができる。また、アンテナを回路に取り込むことで、受信機は非常にコンパクトなものとなり、また、それにより挿入損失を低減することもできる。ここでは、ミリ波アンテナ一体型送受信機を紹介する [2]。プロタイプは、受動デバイスであるダイオードを用いたものであるが、アクティブ回路への応用も可能であるので、ここで紹介する。

4.2.1 ミクサデザイン

ミクサにはアンタイパラレルダイオードを用いたサブハーモニックミクサが使用された。アンタイパラレルダイオードを使用することにより、偶次ハーモニックは抑制される [2, 3]。自己バイアスにより、バイアス回路をとりぞくことができるのも、長所である。ダイオードには、AgilentのHSCH-9251が使用された。図4.1に、マウント方法及び等価回路を示す。基板には、誘電率2.2、厚さ10 milのデュロイド基板を用いた。

等価回路の各値を得るために、S-パラメータを測定し、曲線フィットを行った。図4.2は、周波数帯域17 GHz-23 GHzにおけるS-パラメータのシミュレーション及び測定結果である。シミュ

見本

レーションには Agilent の ADS が使用された。バイアス点は 0V と、フォワード電流が最大になる 0.8V である。2 通りのバイアス点での結果は両者とも、シミュレーションと測定結果が一致しているのがわかる。回路の設計は、ここで用いた等価回路を ADS に取り込んで行うことになる。

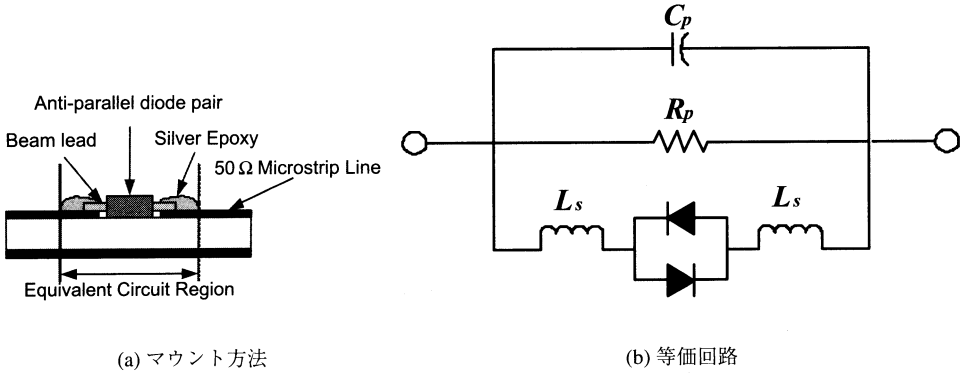


図 4.1: アンタイパラレルダイオード

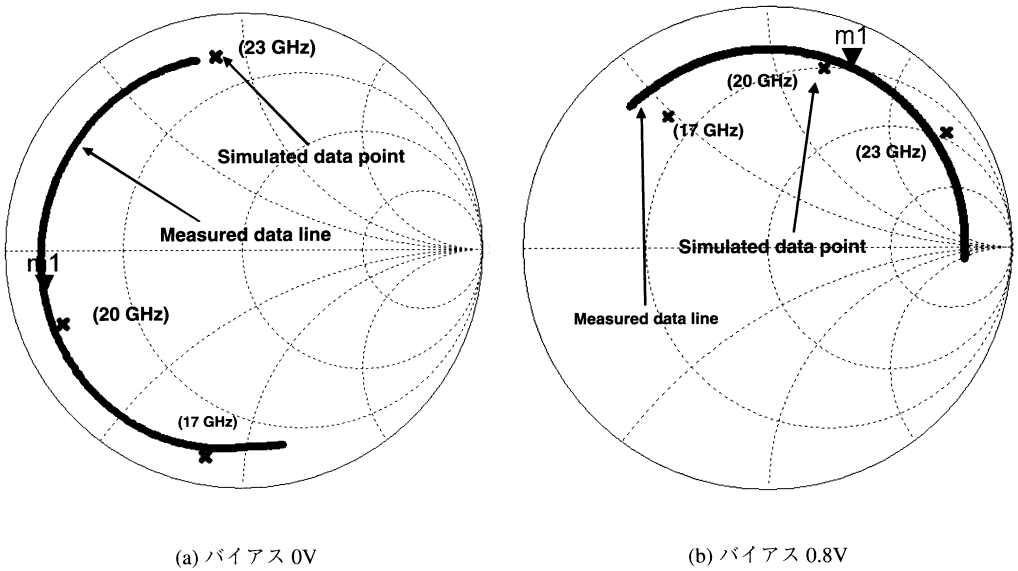


図 4.2: アンタイパラレルダイオードの S-パラメータ

サブハーモニックミキサを使うことにより、低い周波数の LO を使うことが可能となる。ミリ波帯では、高周波の VCO は非常に高価なものであるので、このことにより、価格を抑えることが可能となる。図 4.3 は、ここで紹介するアクティブアンテナダイレクトコンバージョンミキサを示している。通信周波数は 40 GHz であり、パッチアンテナは同一基板にエッチングされて

いる。サブハーモニックミキシングを使用するため、LO 周波数は RF の半分でよい。RF 及び LO リークは短絡及び、開放スタブによって効果的にブロックされる。LO は、 45° の位相差で両チャンネルに送られる。これにより、 90° の位相差が LO の 2 次ハーモニックで得られる。

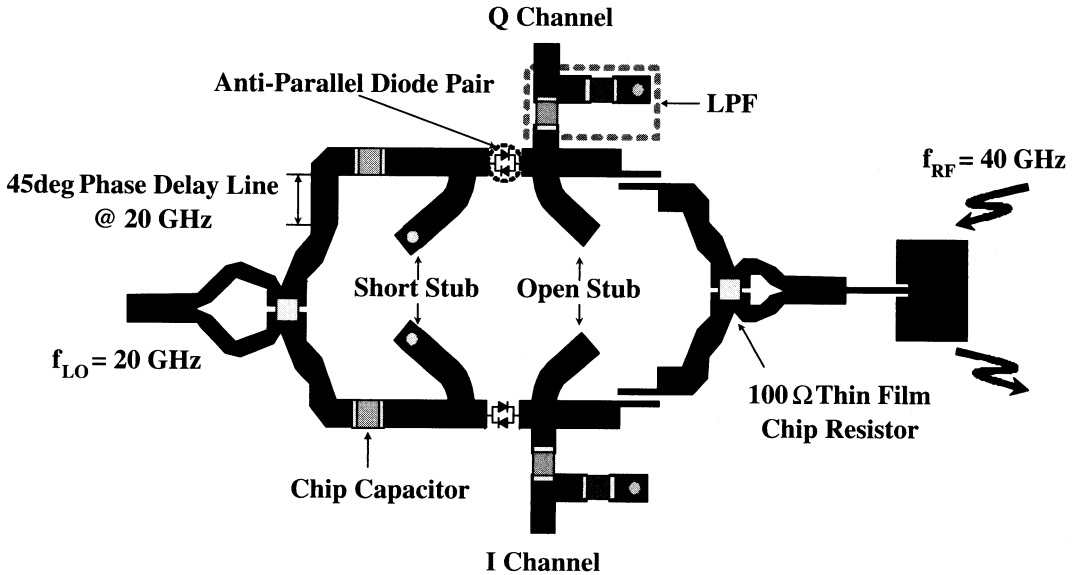


図 4.3: ミリ波アクティブアンテナダイレクトコンバージョンレシーバ

図 4.4 は、マイクロストリップパッチアンテナのリターン損失の測定結果である。中心周波数は 40 GHz であり、10 dB 帯域幅は 4.1% である。放射パターンは、図 4.5 に示す。アンテナの利得は、およそ 3.5 dBi である。尚、パッチアンテナのサイズは、 0.225×0.305 mm である。

アンテナが回路と一体化しているため、この回路の測定はアンテナ測定を通して行われる。測定のセッティング方法は、図 4.6 に示す。ホーンアンテナを用い、シグナルを送信しベースバンドシグナルポートでのシグナルの振幅を、オシロスコープを用いて観測した。この測定では、変調を行わないかわりに、シグナルにオフセットを持たせ、ベースバンドのポートで 100 MHz の CW を観測できるようにした。

送信ホーンアンテナ及び受信機のパッチアンテナの利得は既知であるので、Friis 公式を用いて伝播損失を得ることは簡単である。この方法ではケーブルや他の機器の損失を心配する必要がないので、アンテナを除いた回路自体の正確なコンバージョン損失を容易に知ることができる。図 4.7 は、ミクサの損失と LO 電力の関係である。コンバージョン損失は LO 入力、10 dBm から 14 dBm のとき 15 dB 以下に抑えられた。図 4.8 には、I 及び Q チャンネルでの信号波形の観測結果を示す。両者が直交関係にあるのがよくわかる。

見本

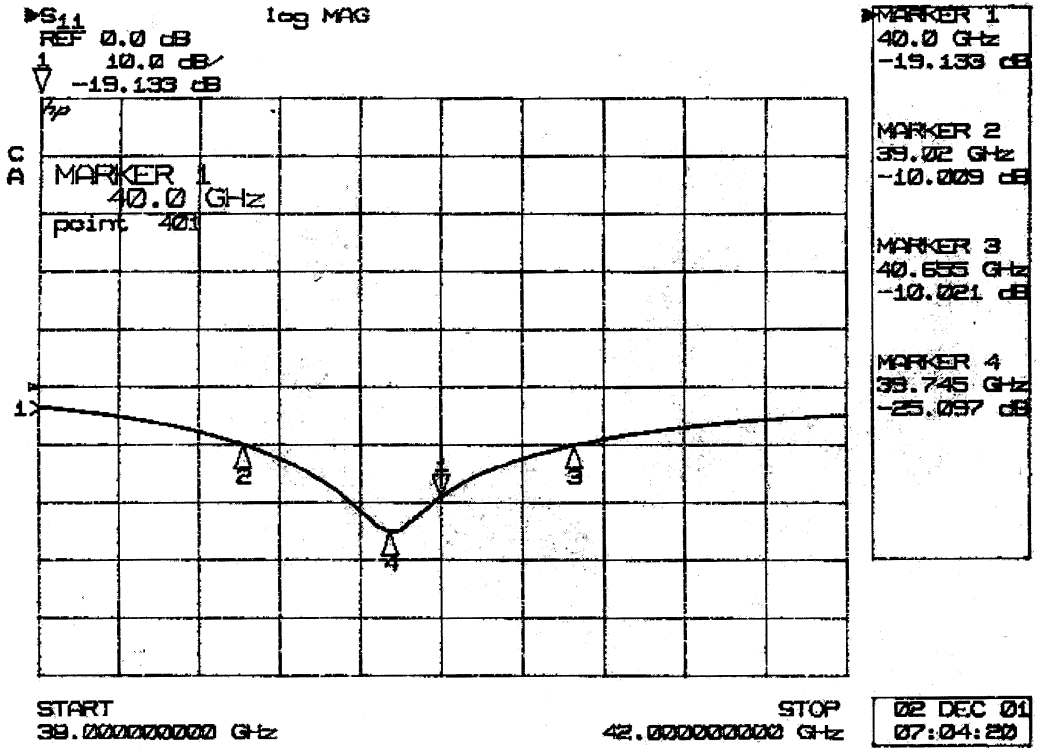


図 4.4: パッチアンテナのリターン損失測定結果