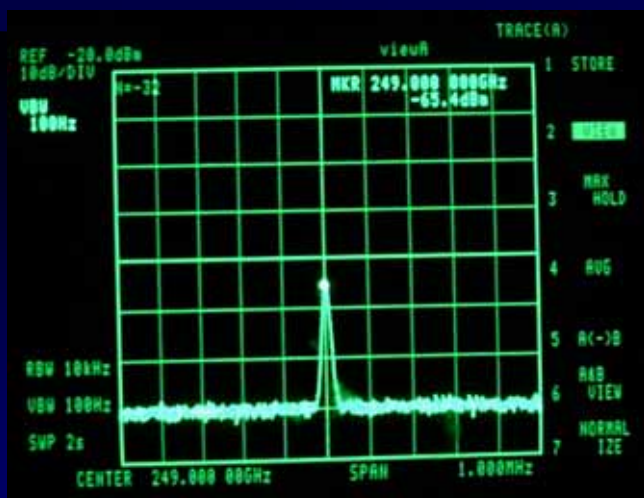


249GHz F3 トランシーバー

製作と評価結果の紹介 JA8CMY



2003.10.19



設計での重点項目

- ・ 周波数安定度とキャリアの純度

待ち受け受信が可能な周波数安定度 $\pm 5 \text{ KHz}$ 以内

C/N 45 dBc/Hz 以上 (1 KHz オフセット)

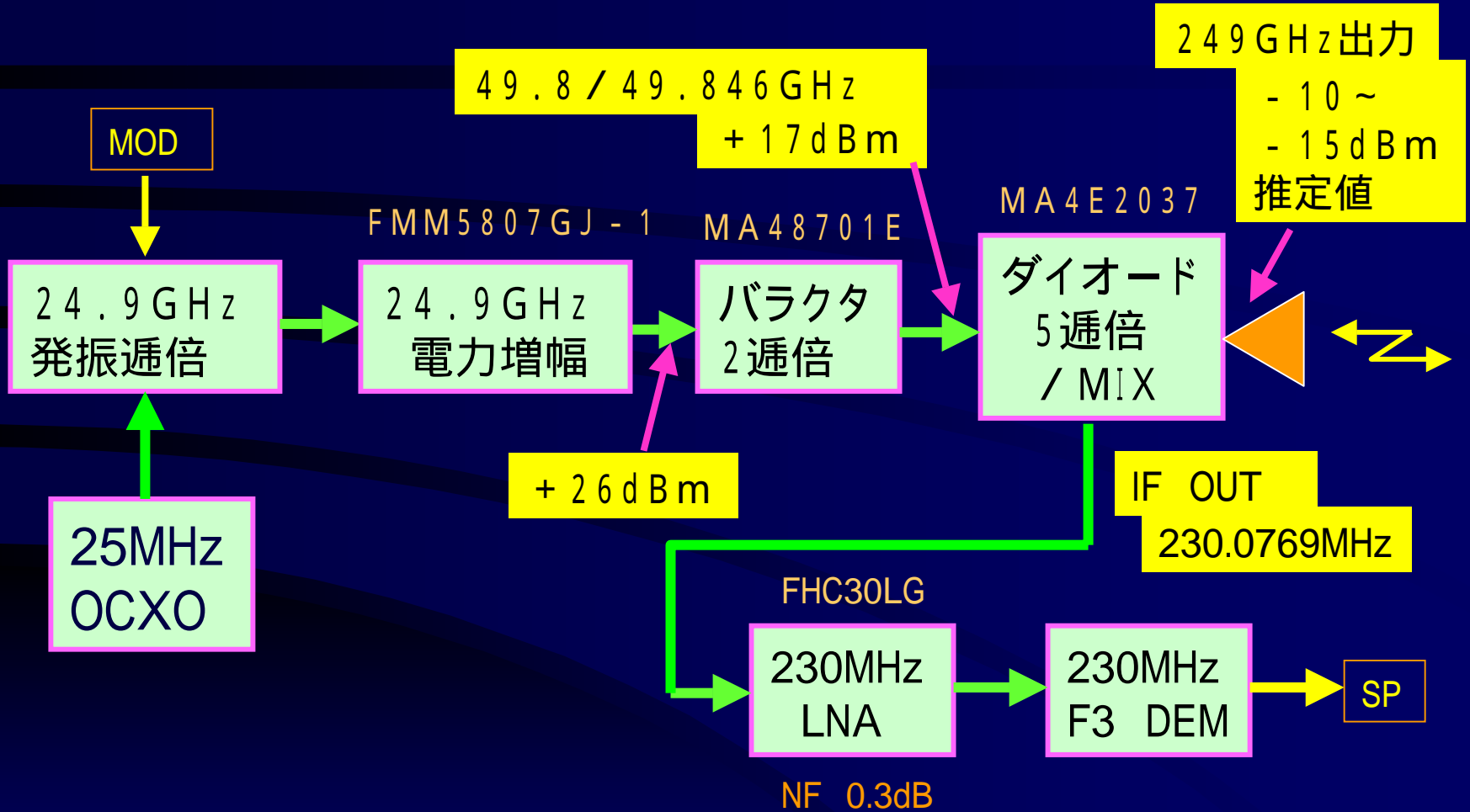
- ・ 数 Km の通信が可能な性能

送信出力 - 20 dBm ($10 \mu\text{W}$) 以上

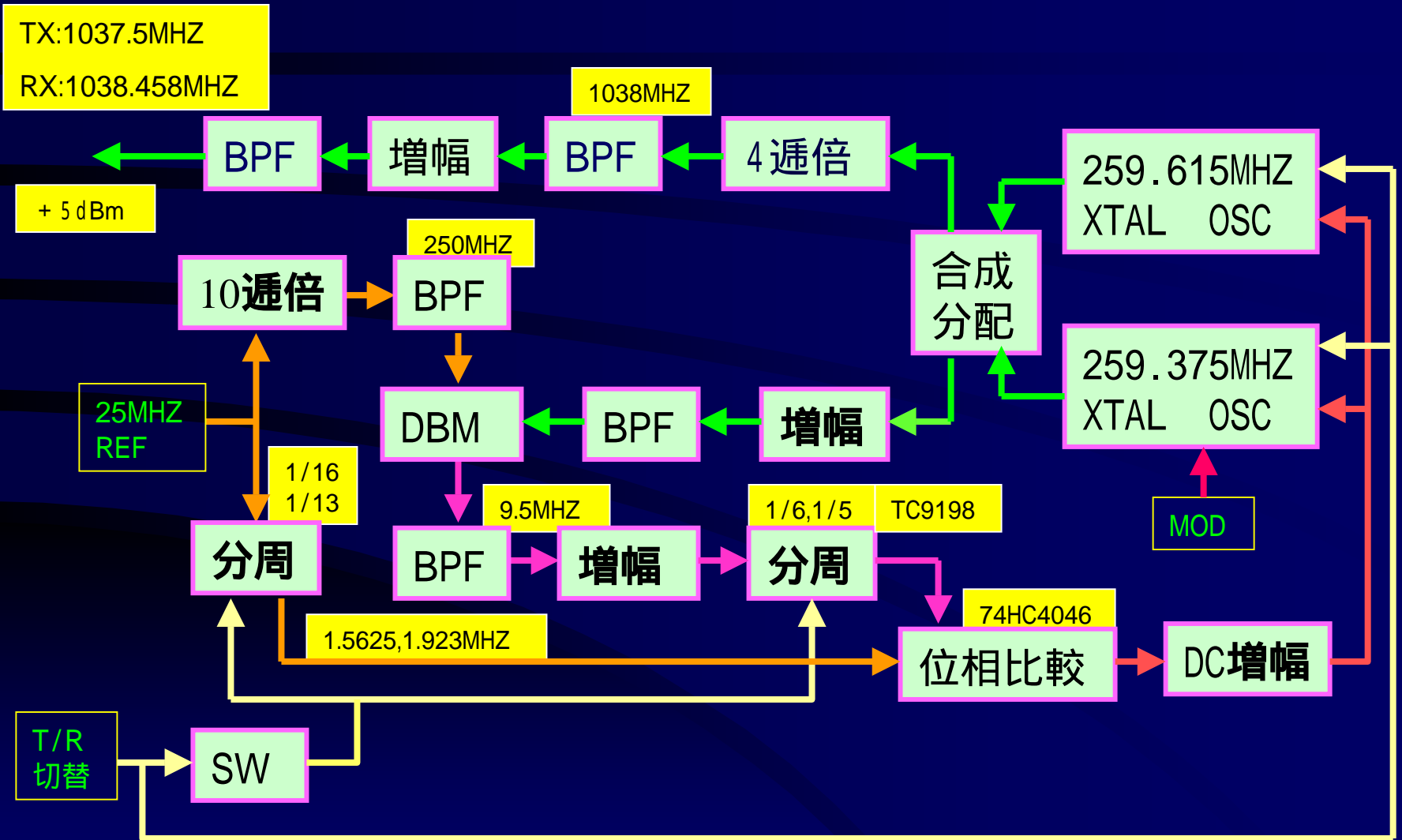
最低受信入力 - 85 dBm 以下 (S/N 10 dB)

- ・ 主要部分は自作を目標

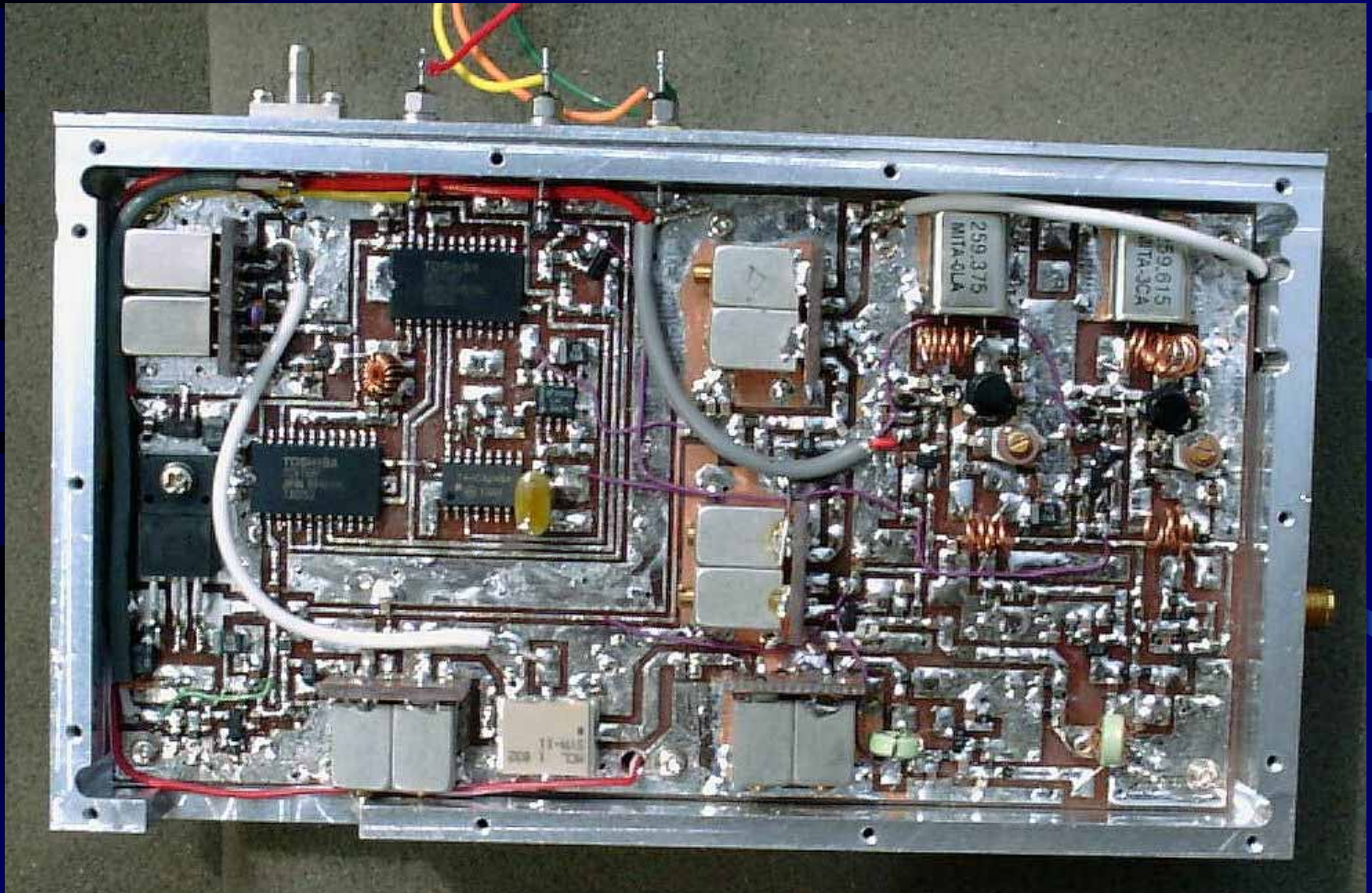
全体ブロック図



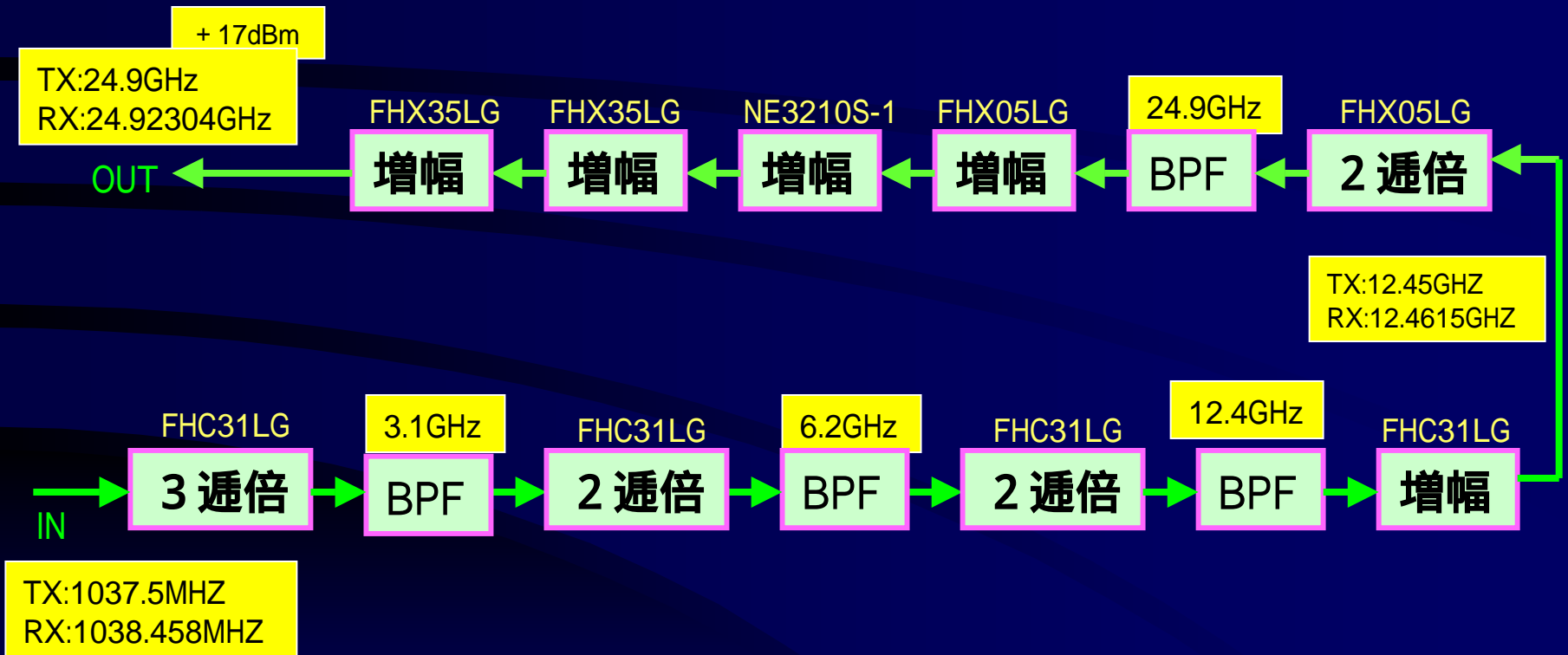
発振逓倍(1GHz出力部)ブロック図



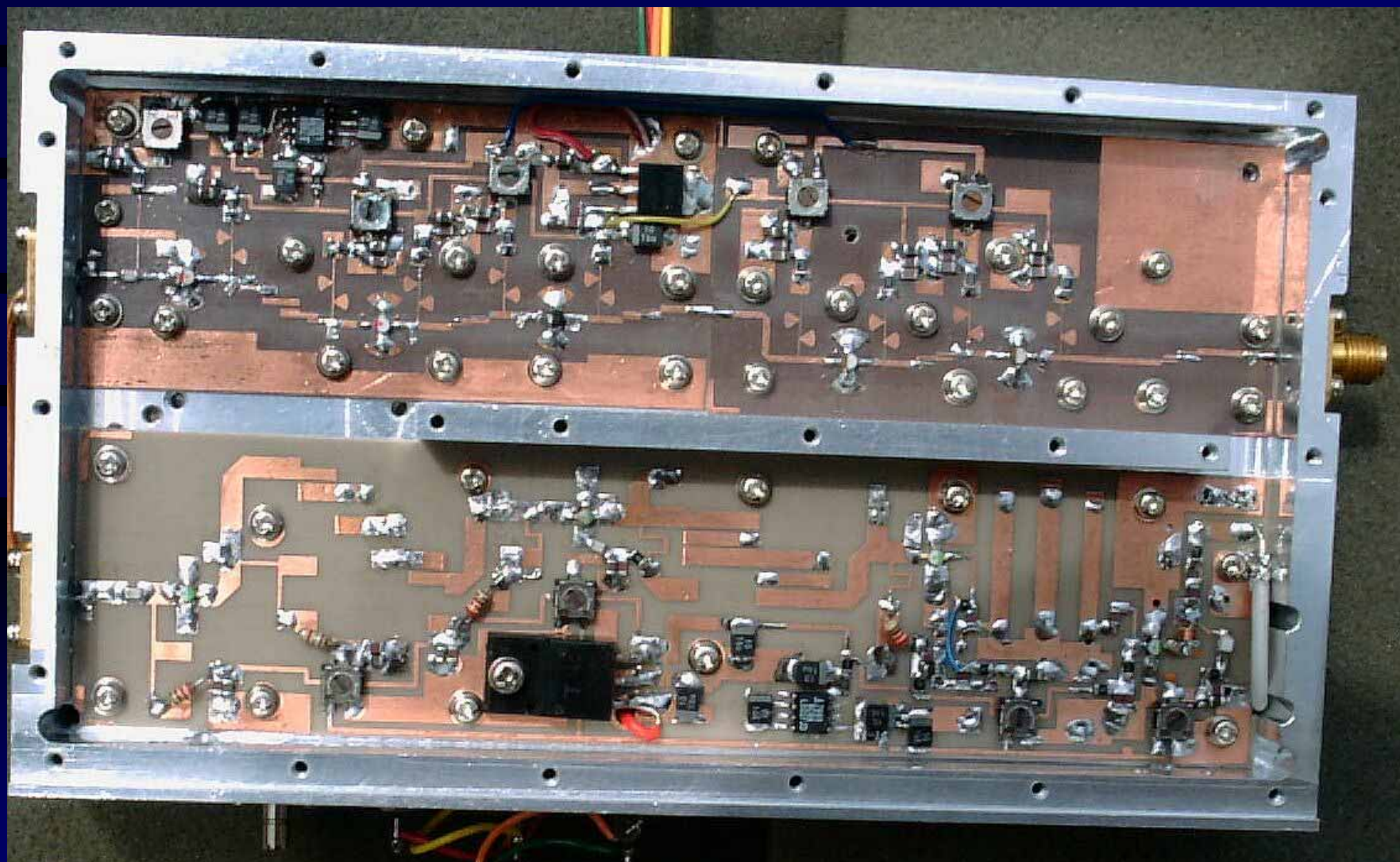
発振逡倍(1GHz出力部)実装写真



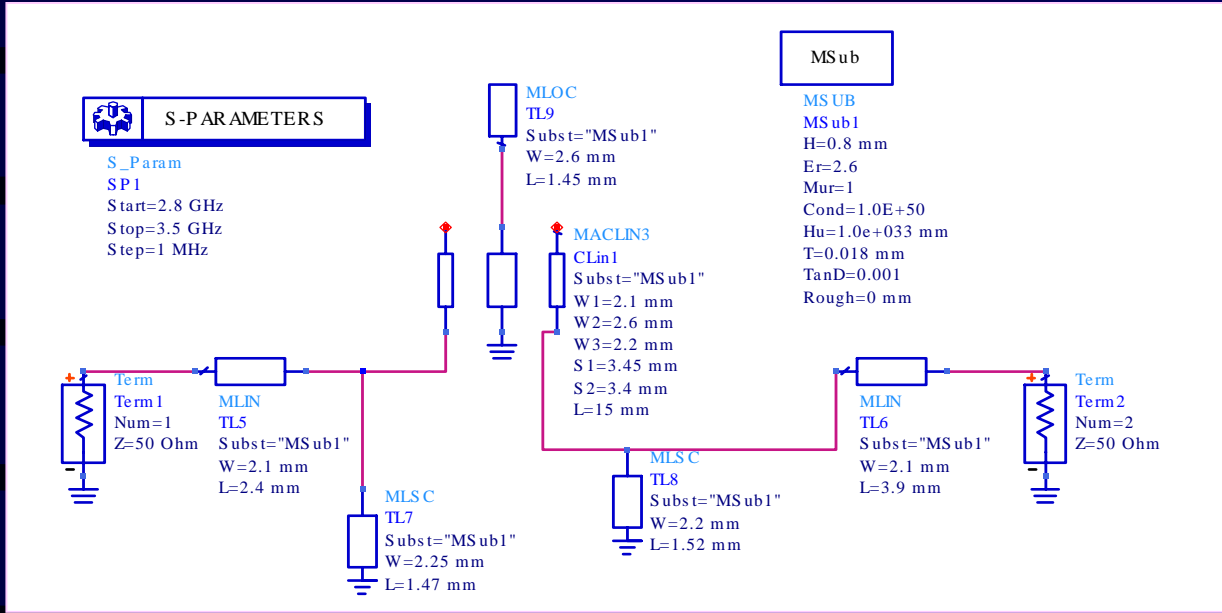
発振逡倍(24.9GHz出力部)ブロック図



発振逓倍(24.9GHz出力部)実装写真

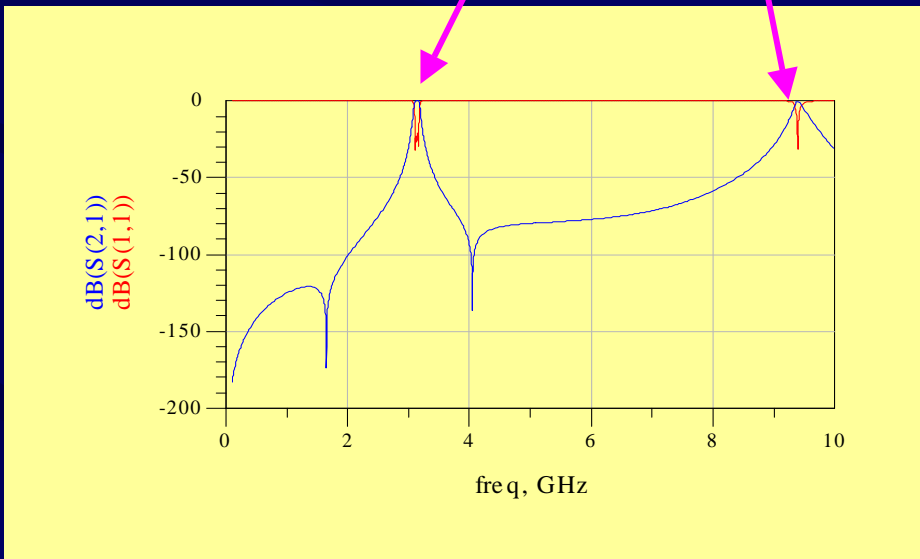
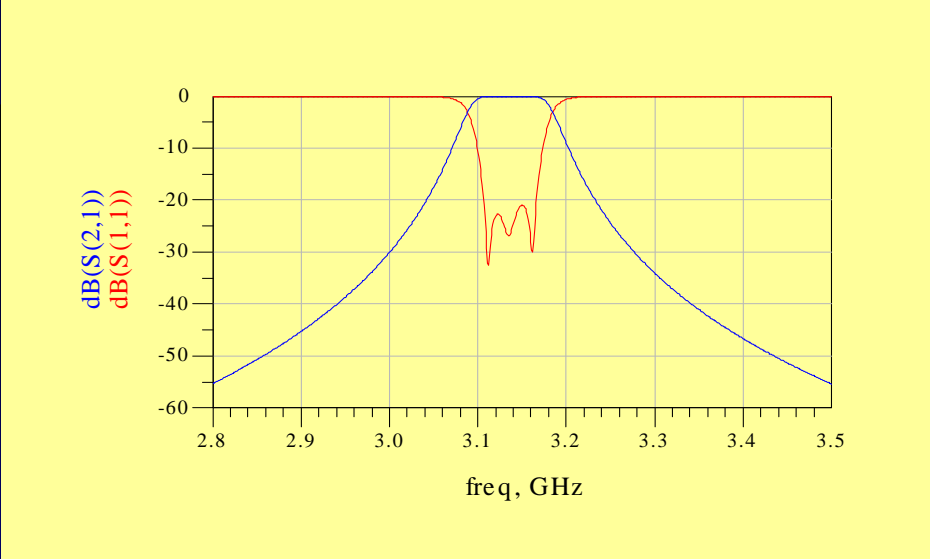


3.1GHz BPF 1/4 g 1段タイプ シュミレーション

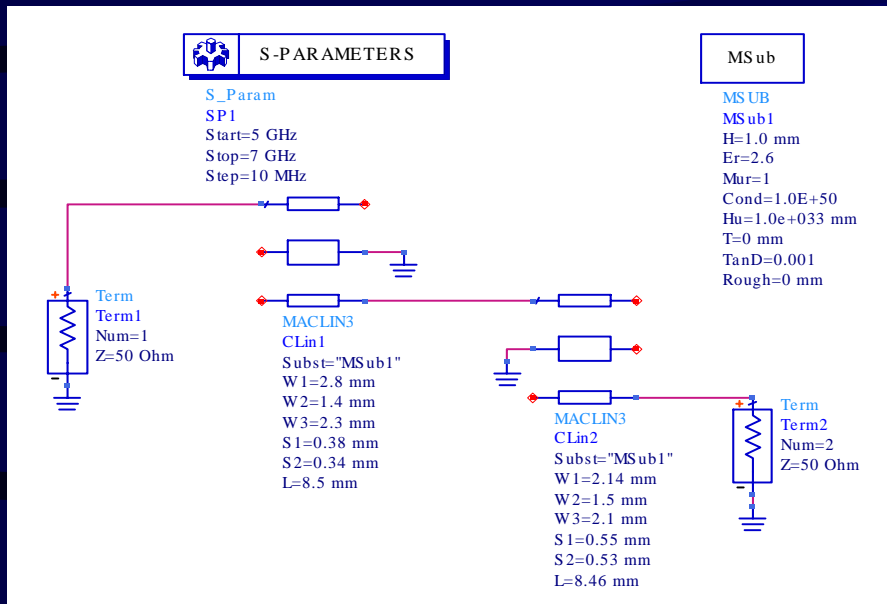


3 g / 4 共振

g / 4 共振



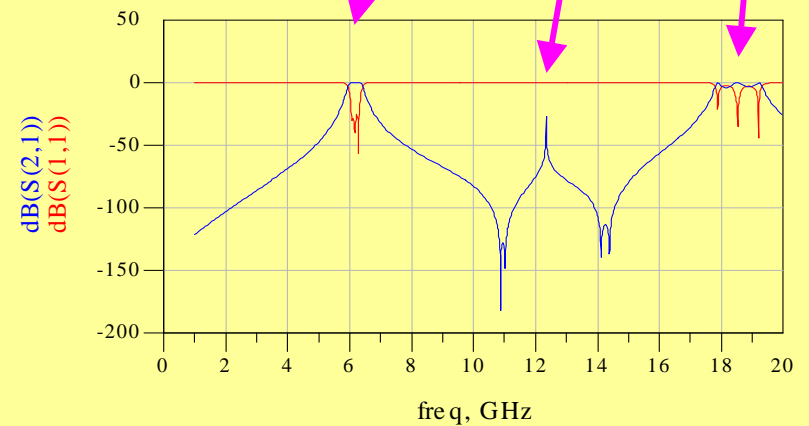
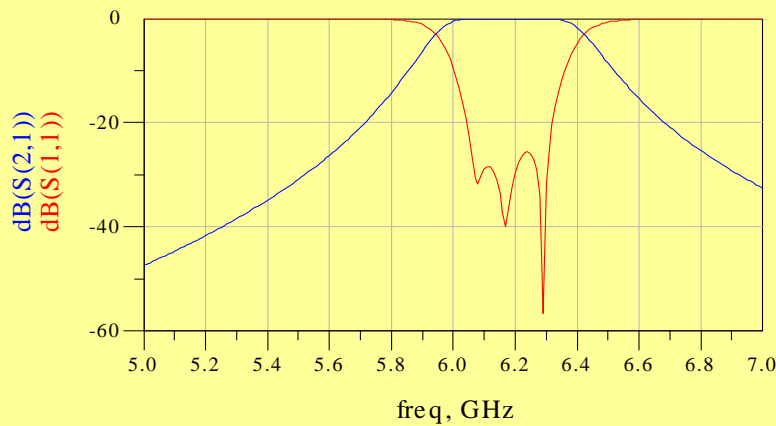
6.2GHz BPF 1/4 g 2段タイプ シュミレーション



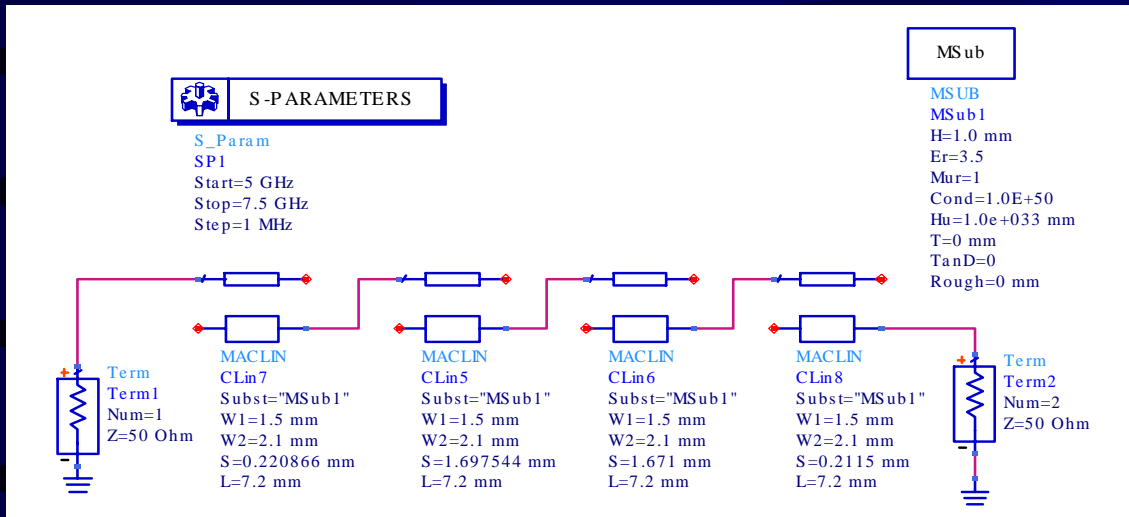
3 g / 4 共振

g / 2 共振

g / 4 共振



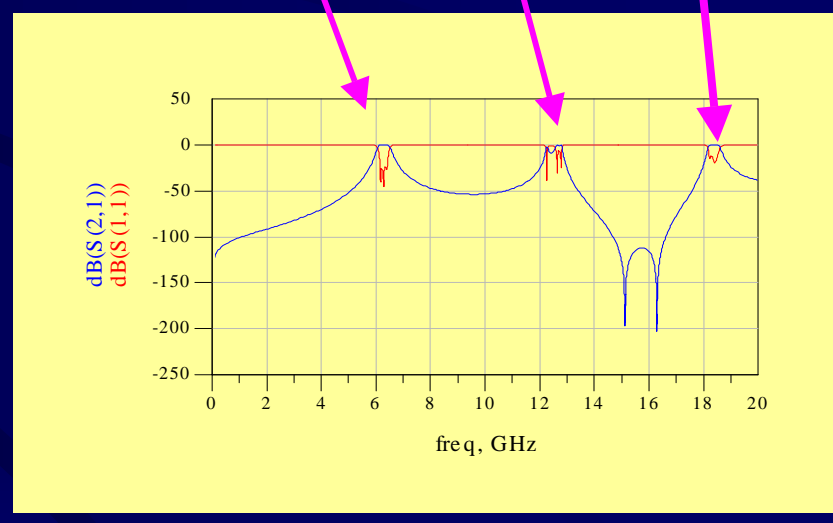
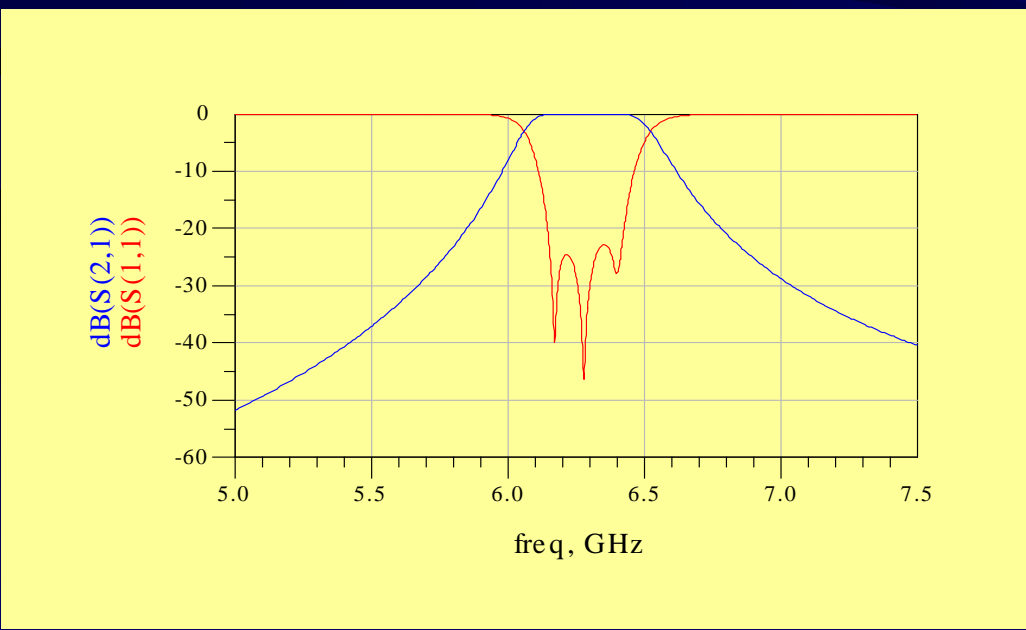
6.2GHz BPF 1/2 g 3段タイプ(参考)



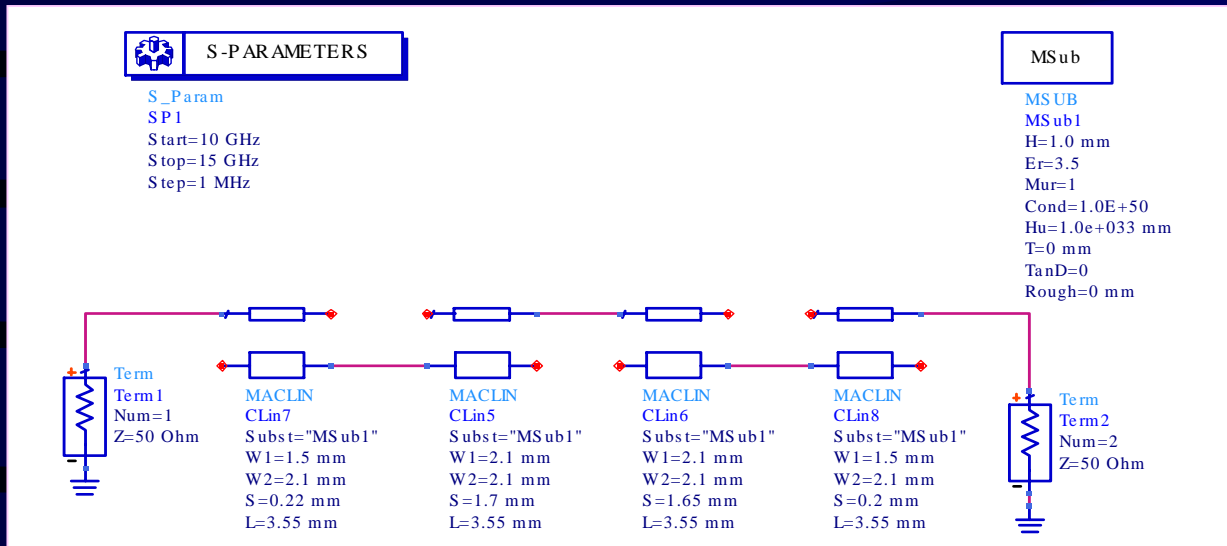
3 g / 2 共振

g 共振

g / 2 共振

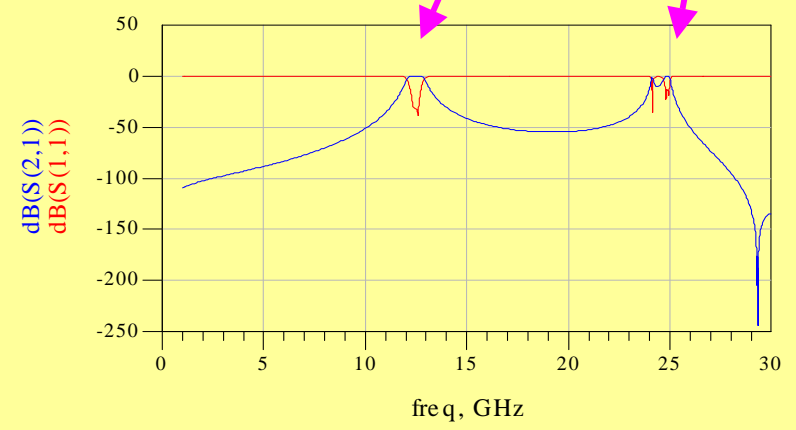
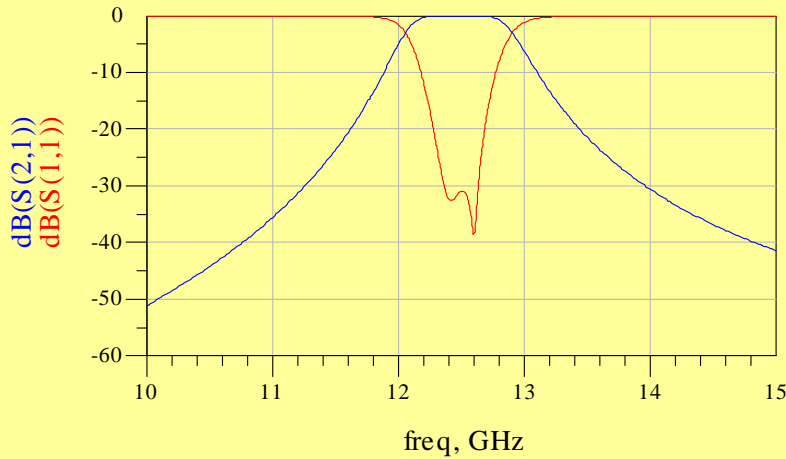


12.45GHz BPF 1/2 g 3段タイプ シュミレーション

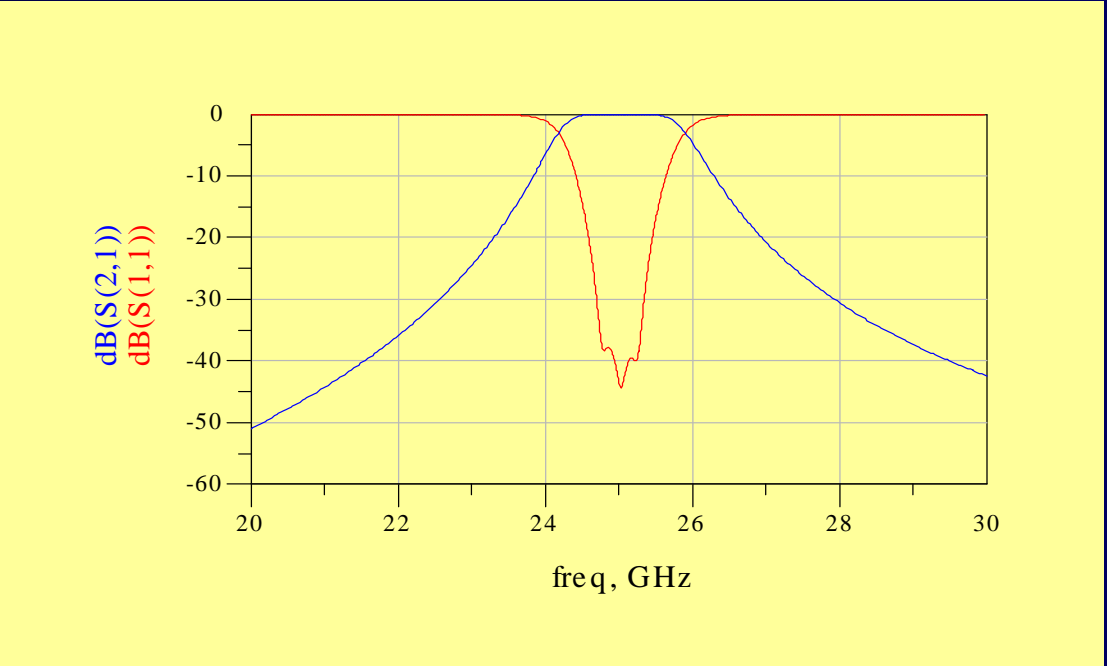
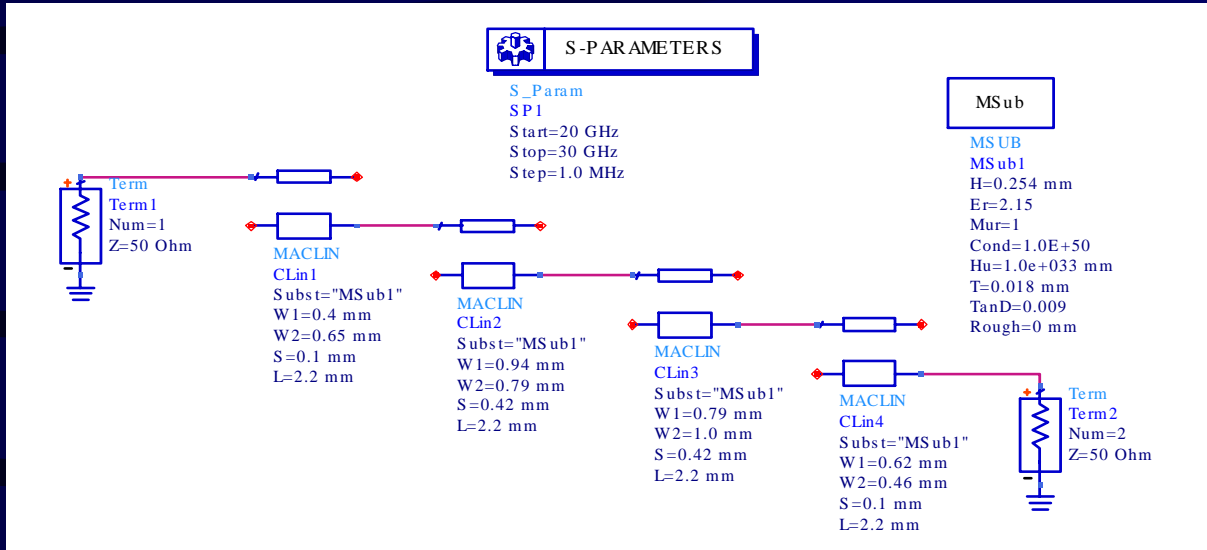


g 共振

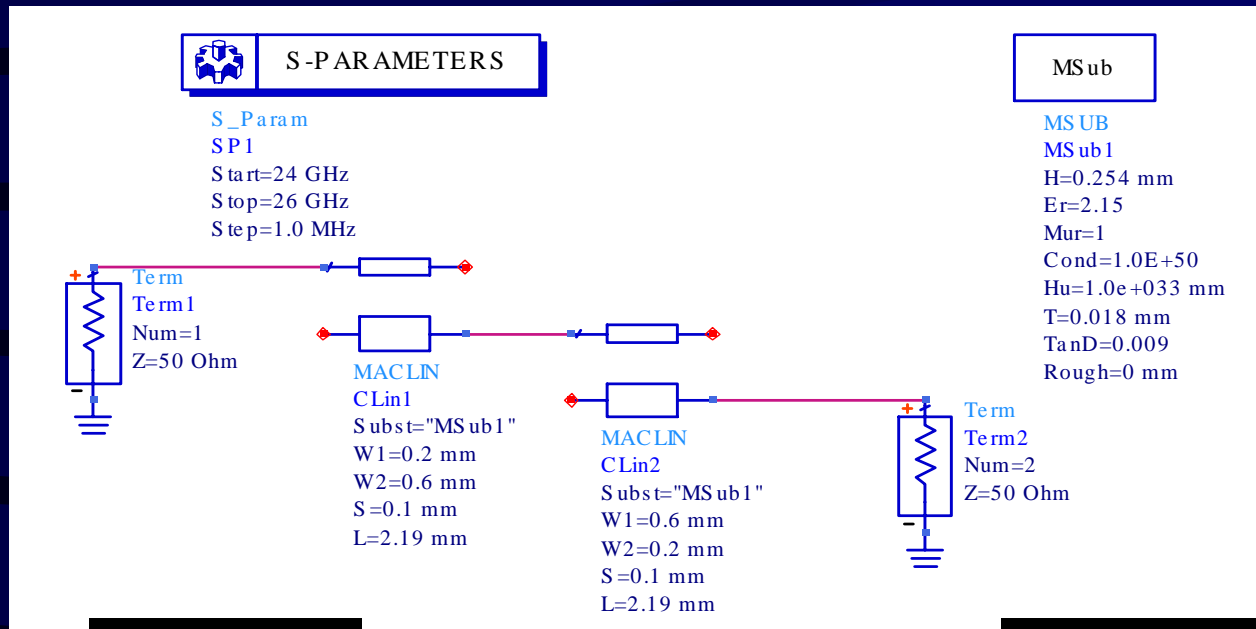
g / 2 共振



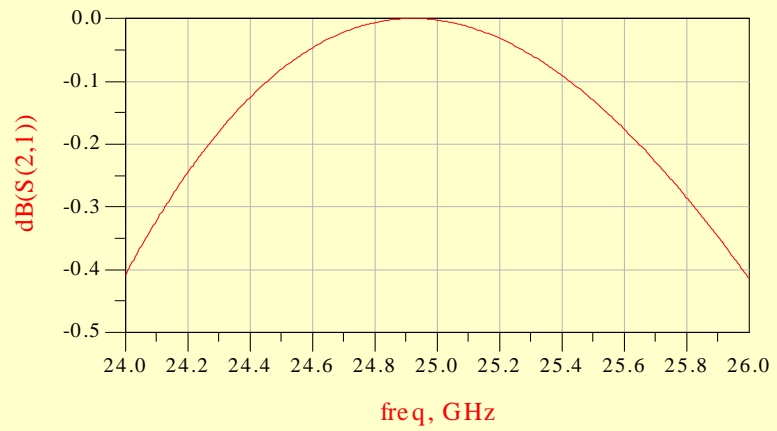
24.9GHz BPF 1/2 g 3段タイプ シミュレーション



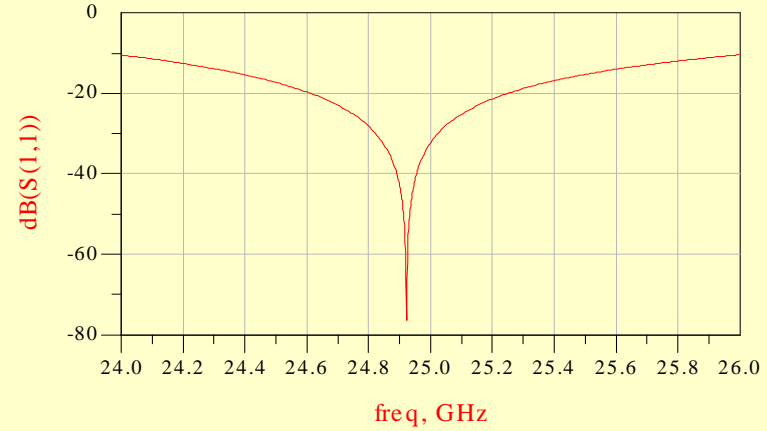
24.9GHz 1/2 gカップリング シュミレーション



伝送特性



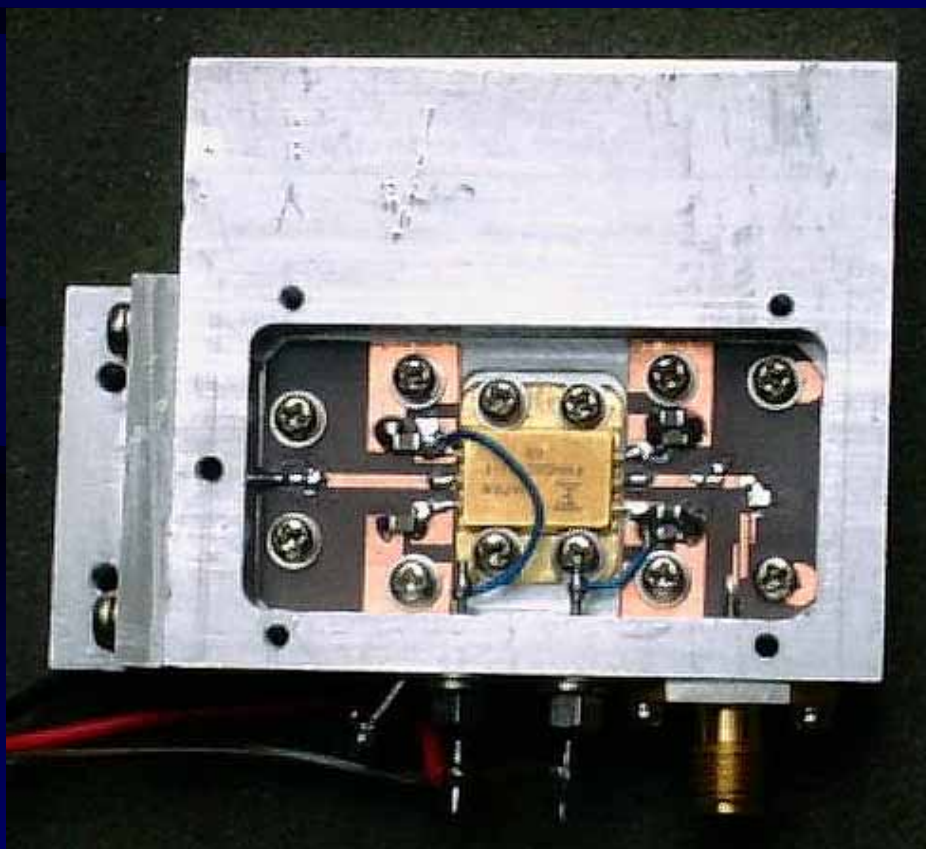
リターンロス



24.9GHz POW AMP

富士通量子デバイス FMM5807GJ-1 使用

利得10dB 出力 0.4W



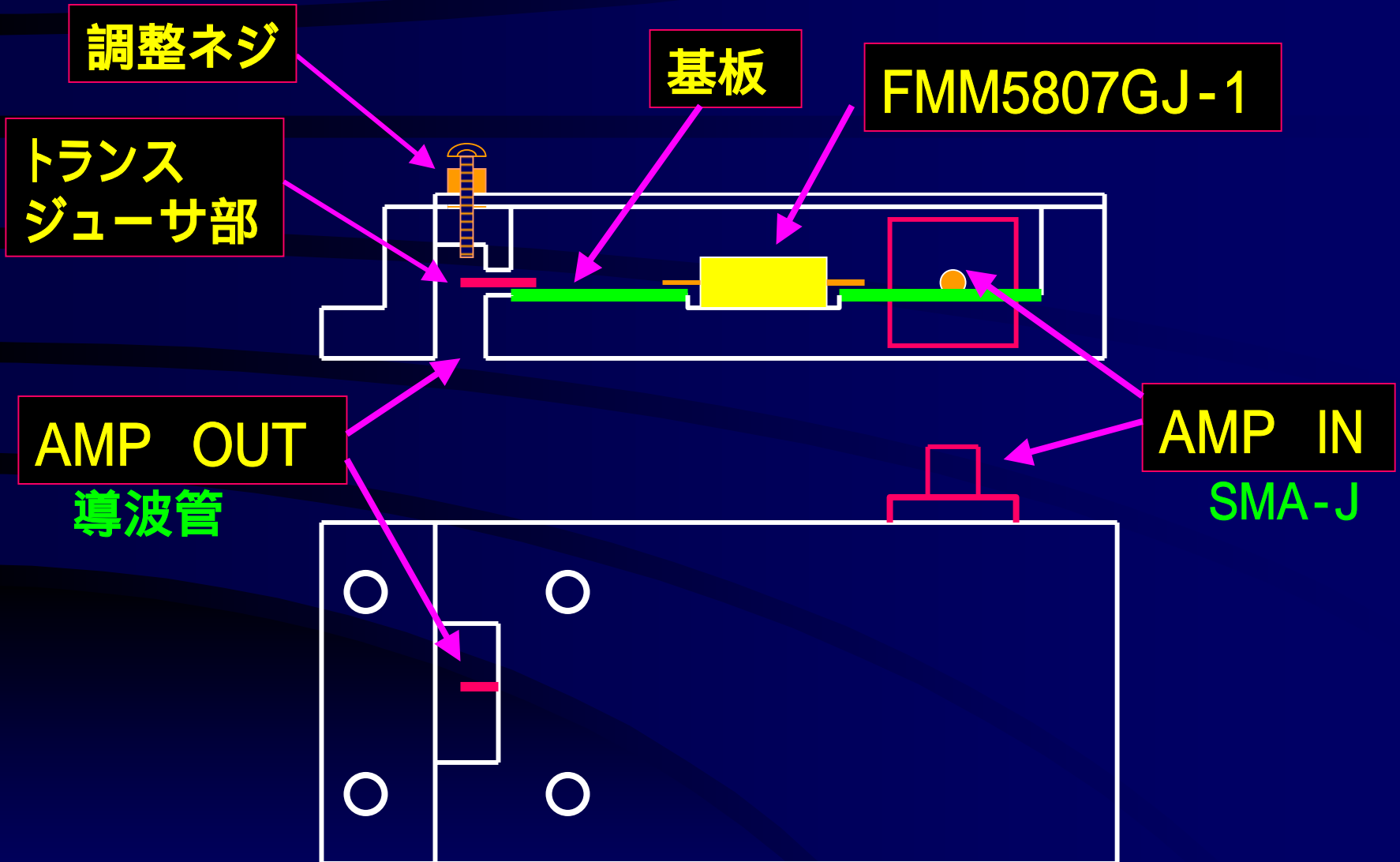
動作電圧電流

+6V 約 0.8A

-5V 10mA

ドレン電圧+7Vでは
出力 0.5W

24.9GHz POW AMPの構造



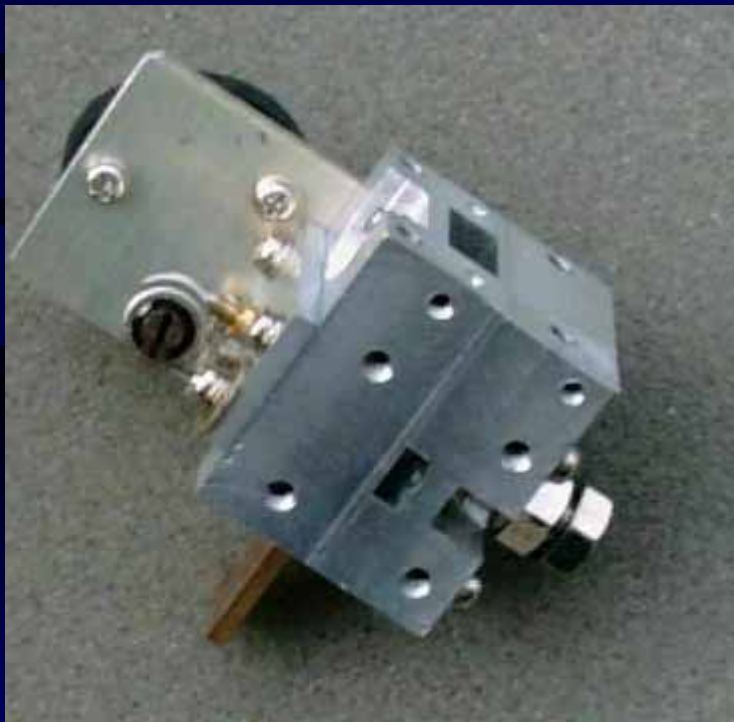
49.8GHz 2逡倍器

バラクタダイオード MA48701E使用

24.9GHz 0.4W入力



49.8GHz 50mW 出力(推定値)



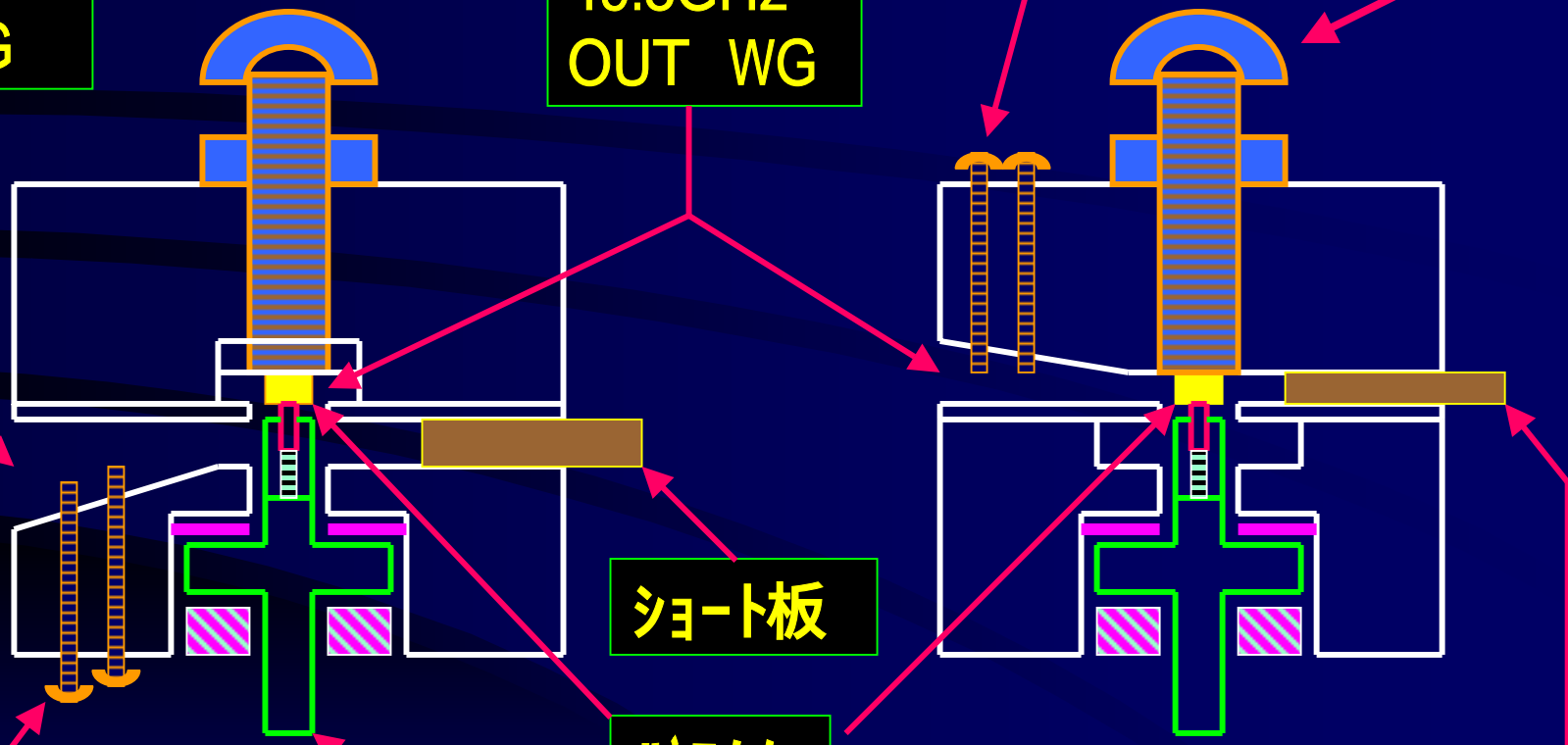
49.8GHz 2逡倍器の構造

24.9GHz
IN WG

49.8GHz
OUT WG

調整ネジ

M4ネジ



ショート板

バラクタ

ショート板

調整ネジ

バイアス端子

249GHz 5逓倍 / MIX

ビームリード Di MA4E2037使用

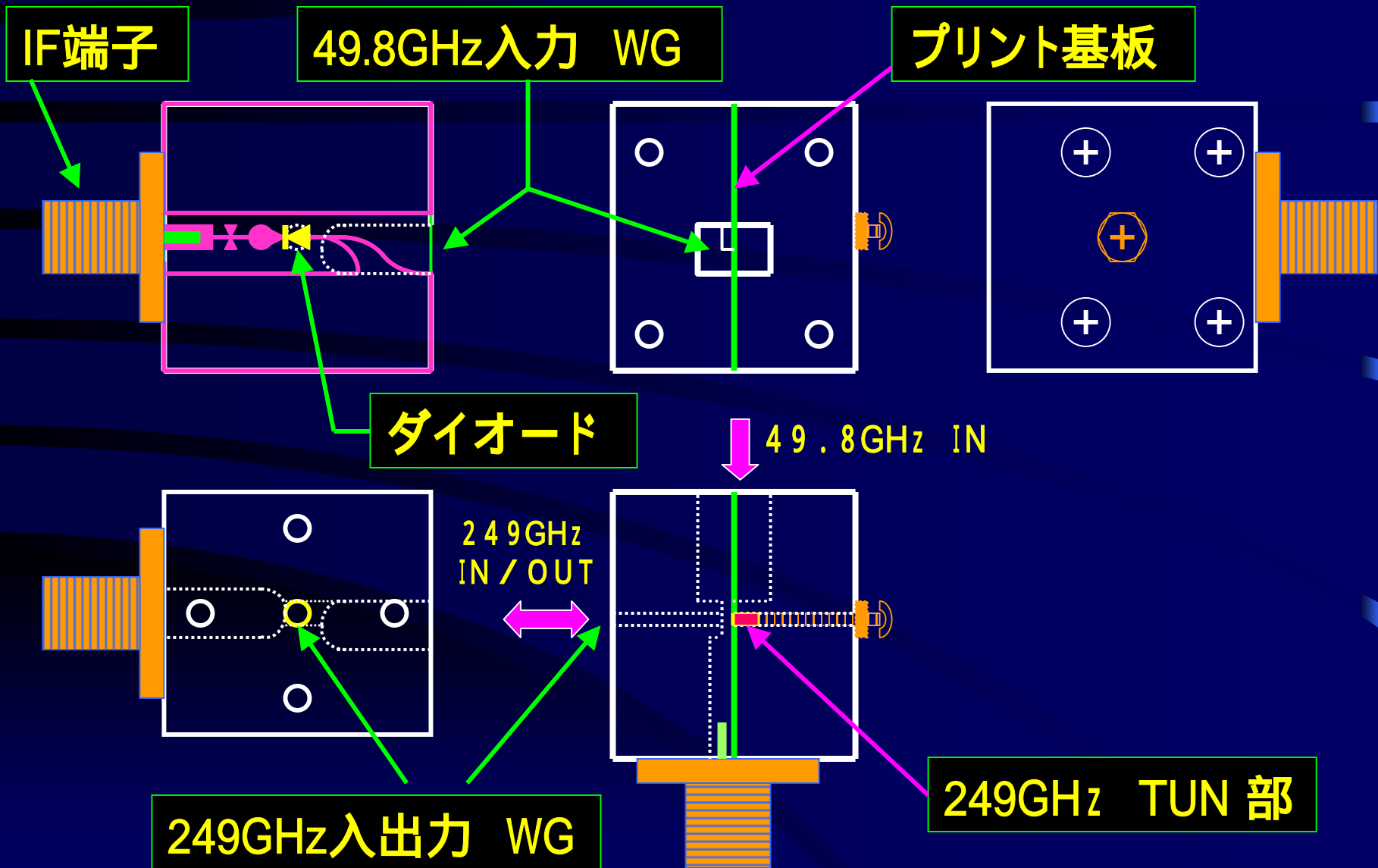
入力は広帯域な扇形ストリップライン変換

出力導波管はダイオード実装面側で結合

249GHzチューニング部を実装



249GHz 5 逓倍/MIXの構造



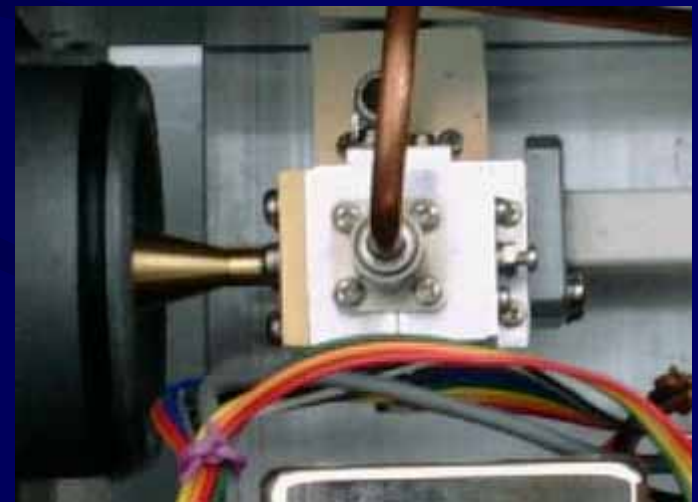
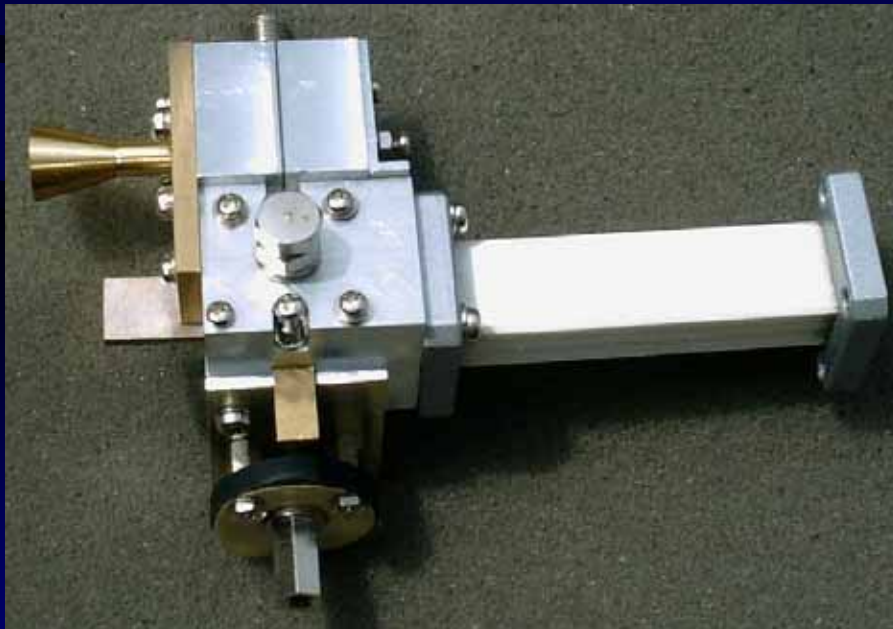
逓倍器の一体化

49.8GHz 2逓倍器と249GHzユニットを一体化
結合損失を最小とした

円錐ホーンで ANT付属の5 円形WGに接続

アンテナとの勘合誤差を吸収する構造

ゴムブッシュで固定し、POWAMPとはフレキシブルWGで接続

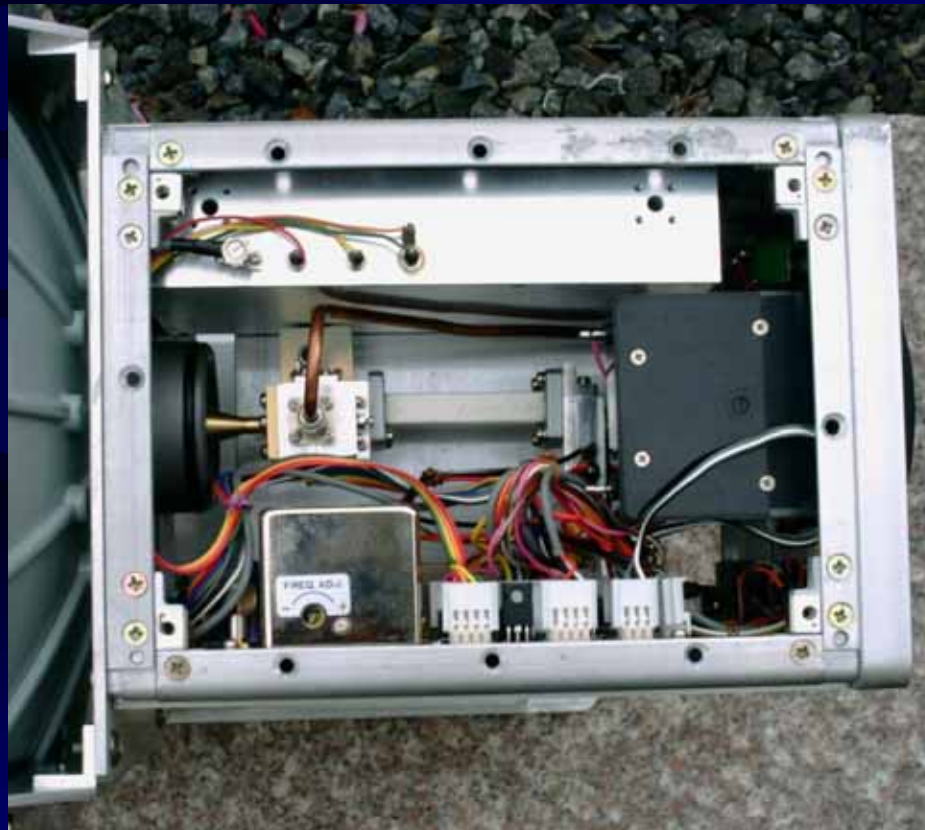


各ユニットの収容

ジャンク測定器のケースを切り詰め加工して使用

2.5GHzまでの発振逡倍部を1ユニット化

各ユニットへの配線はコネクタ接続とし着脱が容易



トランシーバー外観

30cmアルミダイキャスト製パラボラANTに本体を固定
方向調整用に大きなアナログ横形メータを装着

方向調整用スコープはパラボラANTに固定

レドームはフイードホン保護用 運用時は取り外し
(レドーム損失は2dB程度あり)

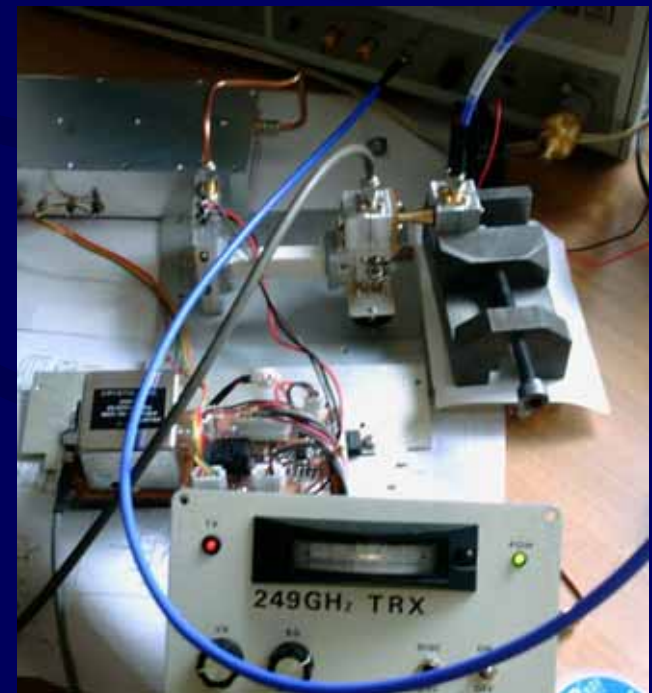
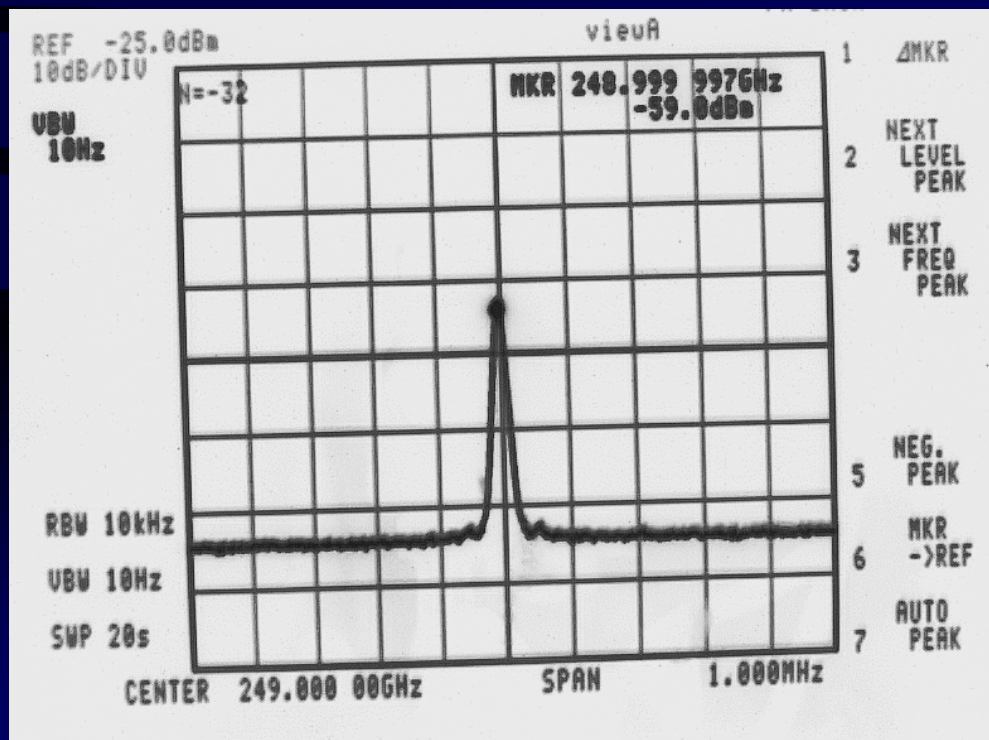


送信性能

249GHzの出力レベル

自作ハーモニックMIXを使用しスペアナで測定
スペアナ測定レベル -59dBm LO次数=32倍

MIX損失を50dBと想定して 出力は -10dBm程度



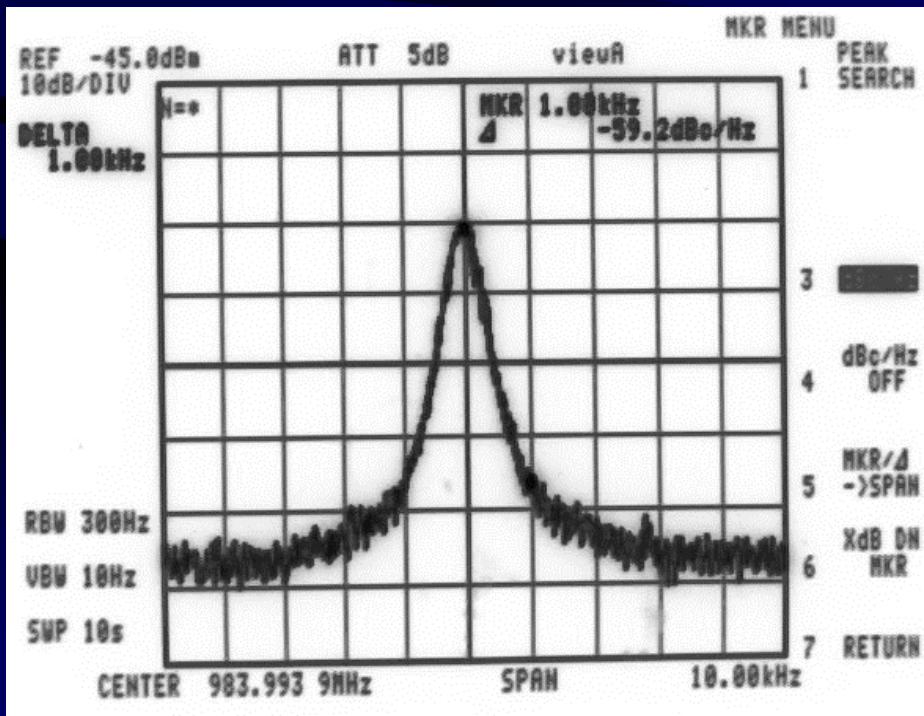
周波数安定度とC/N

電源投入後の
周波数安定度



4分で	± 10 KHz以内
5分で	± 5 KHz以内
6分で	± 3 KHz以内

1 KHz 離調点でのC/Nは59 dBc/Hz程度



142 GHz TRを利用 984 MHz
に周波数変換してスペアナで測定

スペアナの マーカ機能を使用し
C/N (dBc/Hz) を測定

周波数スパン10 KHzの波形

受信性能

試験信号源にスペアナのLOを利用、
自作ハーモニックMIXを使用して高調波を受信
スペアナLOレベル + 10 dBm 高調波次数 32倍
20 KHz帯域のF3復調 雑音なしでキャリアを確認

2年前に実験した7倍MIX(3.6 GHz LO)の感度
同じ条件での復調は雑音交じり



本機は5 dB程度良い
最低受信入力は-90 dBm程度と推定

249GHz用アンテナ

アンテナの問題点

一般的な回転パラボラでは 効率が数%程度と低い

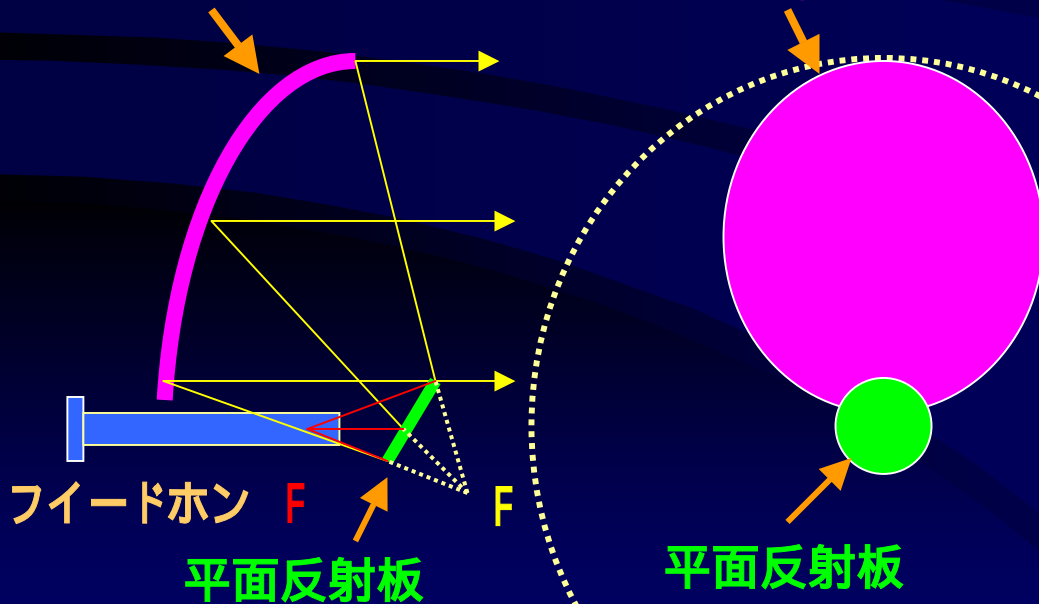
原因

波長が短く 鏡面誤差の影響が大きい
フィードホンの特性 均一照射が困難

製作中のアンテナ

リアフィード方式のオフセットパラボラ

大きなパラボラ面の一部を切り取り使用(切り出しによる歪が問題)



特徴

回転パラボラの一部利用で
鏡面誤差の影響を抑える

放射角度の狭いフィードホ
ンが使用できる



フィードホンの製作が容易

スプリアスの検討

249GHzの免許取得での問題点と対策

終段5逓倍のため4倍以下と6倍以上の不要輻射レベルの低減が必要

249GHz帯BPF

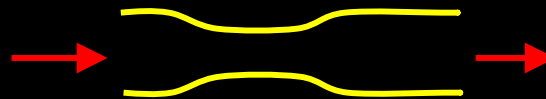


WGもしくは、空間でリング型のBPFを構成する方法があるがアマチュアでは製作が難しい

4倍波以下の対策



円系WGの途中に内径0.8mm部分を作りHPFとする



220GHz以下は遮断波長となり伝送しない

6倍波以上の対策



周波数分配で、275GHz~1000GHzは自由に実験研究ができる周波数領域である

6倍波で298.8GHzなので電波の放射は規制されないことになり、従って対策は不要と考えられる

今後の計画

対向用TRの製作

62.25GHz → 249GHzの4逓倍方式

MA48701E使用の62GHz3逓倍の効率は約5%

62GHz出力は+13dBm程度 ショットキーDiをDRV可能

受信感度アップ

受信帯域の狭帯域化を
実験 (500Hz帯域)



受信LOをスキャンさせて
待ち受け受信可能とする

AF狭帯域BPFを実装し、F2通信の実験

低調波レベル対策後に免許申請する予定