

1序 なだれダイオード発振器はマイクロ波、ミリ波の電源としての地位はほぼ決定されたとと言っても過言ではない。一方ガンダイオードは電源としてよりもむしろその特性をフランクショナル素子等として利用する方面に伸びつつある。この報告はなだれダイオードも単なる発振器と言う以外に新しい機能を持つ事がなだれダイオードの外部強制振動の実験から分ったので述べる。

2. 断続波(PAM)による注入同期

実験のプロック図を図1に示す。ダイオードスイッチによって注入波をPAMする。そのマイクロ波パルスのON-OFF比は少くとも20dBあるように回路を調整する。パルスのくり返り周波数は200MHzから10MHz程度のものを用いた。自由振動時のなだれダイオードは出力10.6dBm, 周波数10.05GHz(MA製)なる発振特性を持つ。PAMされた注入波はサーキュレータを介してなだれダイオード発振器に注入する。注入波電力はパルスの波高値を用いた。ロッキング中 $2\Delta f$ と比電力 P_i/P_o の関係は理論式

$$2\Delta f \propto (P_i/P_o)^n \quad n \approx 0.5$$

と一致して、連続波の場合と同じである。しかしパルスのDuty Factor, Rとロッキング中の $2\Delta f$ との関係を求める次のようになる。

$$2\Delta f \propto R^m \quad m \approx 0.5$$

この関係を図2に示す。ガンダイオードについて同様の実験うと $m \approx 0.9$ となつてくる。図3は同期してなだれダイオードの連続波とPAM注入波のサンプリングスコープの写真である。以上の事からなだれダイオードは注入電力がなるときでも注入波の位相、振中を記憶してあることになる。PAMによって生じた上下のサイドバンド波によつても同期が出来ることも確かめられている。

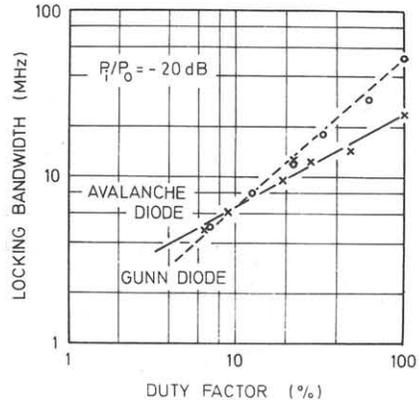


図2. $2\Delta f$ とDuty Factorとの関係

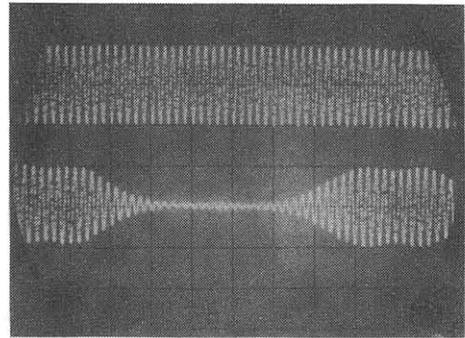


図3, 上:同期波, 下: PAM注入波
0.5 ns/div ; Duty Factor 48%

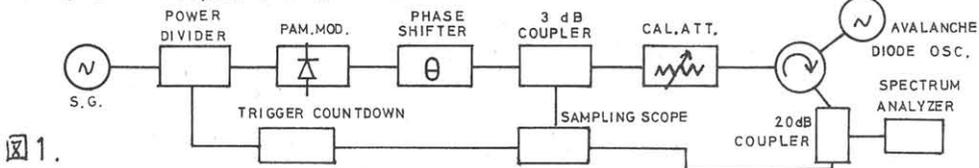


図1.

3. 注入波による発振制御 (周波数変換作用)

45.6 GHzで約0 dBmの発振特性を示すなでれがイオード(GSB3)の発振を、XバンドのPAMされたマイクロ波によって強制振動させるとXバンドの波が注入されたときのミリ波出力を停止させることが出来る。この方法によって搬送波の周波数の変換が可能である。実験のブロック図を図4に示す。実験結果を示すと、図5は注入波の周波数とミリ波の周波数との比に対するミリ波出力の関係を示す。図6はミリ波出力と発振周波数とがマイクロ波の入力電力に対して求められている。出力レベルより小さな入力電力によっても発振が制御出来ているのでマイクロ波からミリ波への周波数変換を考えると変換利得が存在することになる。注入波とミリ波との間に特定の周波数関係は無い。図7はミリ波出力の検波波形(上)と入力マイクロ波パルス(下)を示してものである。以上の方法による周波数変換の特長はオートの高周波電力を考慮しても変換損失は無い。また素子の持つ非直線性からパルスのON-OFF比、直上、直下、時間の改善が出来ることである。Xバンド

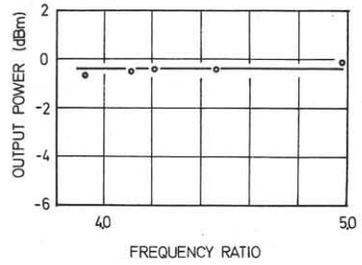


図5. 出力と周波数比の関係

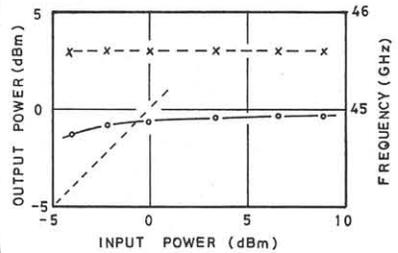


図6. 入力に対する出力、周波数の関係

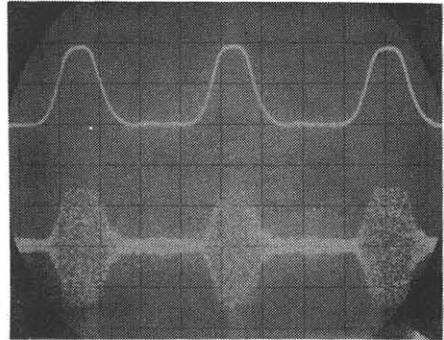


図7. 上: ミリ波検波波, 下: 注入波 2.5 ns/div

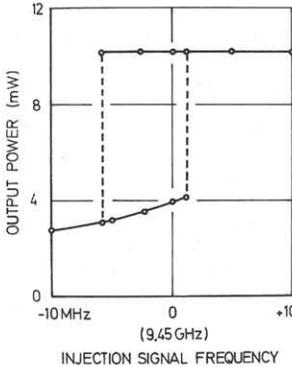


図8. 出力と注入波周波数との関係

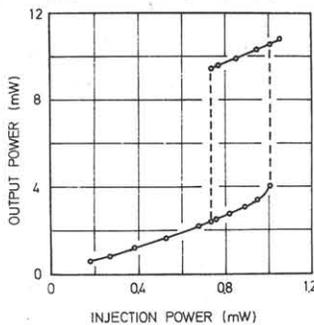


図9. 出力と入力電力との関係

のなでれがイオード発振器がS,Dバンドの波によって制御出来ることが確かめられている。

4. ヒステリシス発振

9.50 GHz, -2 dBmで発振するなでれがイオードに外部から強制振動させると入力の周波数と出力電力(図8), 入力電力と出力電力(図9)との間にヒステリシス曲線を描く。このヒステリシスループ電力利得が発生する場合がある。

5. おまわり

以上の3つの実験結果からなでれがイオードには単なる発振器として用いる以外に、これは無損失周波数変換素子、メモリー、論理素子などに用いる事が出来る。

謝辞: この実験に便宜を計って下さった山本二井、藤本両氏に深謝いたします。

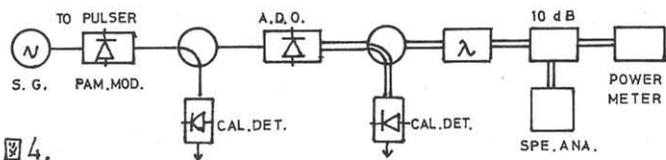


図4.