

(ii) 状態 2-3 間は立上り時刻の遅延が存在する。この遅延はたとえば 20GHz 帯では 10 分の数 ns 存在する。しかし波形自身のひずみは小さい。

(iii) 状態 1-2, 0-3 間は立上り時の波形のひずみが大きく、またパルス立上り時の残留応答も長い。このことはアイアバーチャの劣化の大きな要因となる。

(ii), (iii) の現象は従来の方法では見出し得ず、今回の解析で初めて見出したものである。図 5 に、計算したアイパターンを従来の方法によるものと比較する。これらの計算結果から、変調器のもたらすひずみは当初の想像以上に本来存在していることがわかった。また、直列結合形で直接変調器を構成する場合は、パルスの high bit 化に伴い、波形ひずみがますます大きくなることに十分留意する必要がある。

文 献

- (1) 大森, 山本: "準ミリ波 4 相位相変調器の過渡特性", 昭 47 信学全大, 1962.
- (2) 藤野, 岡野, ミスラ: "位相変調器に関する一検討", 信学会マイクロ波研究, MW73-5 (1973-04).

(昭和 48 年 10 月 4 日受付)

UDC 621.373.51.029.64

ガン発振器の周波数安定化用

バイアス制御回路

渡辺 健蔵 高尾 馨夫

渡辺健蔵, 高尾馨夫: 正員 静岡大学電子工学研究所

Bias-Control-Circuit of a Gunn Oscillator for Frequency Stabilization. By Kenzo WATANABE and Iwao TAKAO, Regular Members (Research Institute of Electronics, Shizuoka University, Hamamatsu-shi, 432 Japan).

論文番号: 昭 46-168 [B-52]

9.0GHz から 9.6 GHz にわたる帯域で周波数安定化が可能なガン発振器用バイアス電圧帰還形周波数制御回路を開発した。その回路構成と周波数安定度および雑音スペクトラムの改善結果について述べる。

回路構成を図 1 に示す。周波数弁別器は直交軸上にわずかに異なる二つの共振周波数 f_x, f_y をもつ TE₁₁₁ 姿態円筒空洞共振器 (Bimodal Cavity)^{(1),(2)} と、通過電力検出用の互いに逆極性に接続された二つの検波器からなっており、等価的には入力伝送線路に f_x, f_y なる共振周波数をもつ二つの通過形直列共振器が並列に結合し、それぞれの出力側が検波器に結合している回路で表わされる。入力周波数に対する検波器出力はゼロ交さ周波数 $f_0 = \sqrt{f_x f_y}$ に関して反対称な、いわゆる S 曲線となり、この曲線の f_0 における傾きが弁別感度 S_d を与える。ゼロ交さ周波数は共振器長を変化することにより 9.0 GHz から 9.6 GHz まで可変でき、また、弁別感度の極性は二つの検波器の接続極性をそれぞれ反転すること

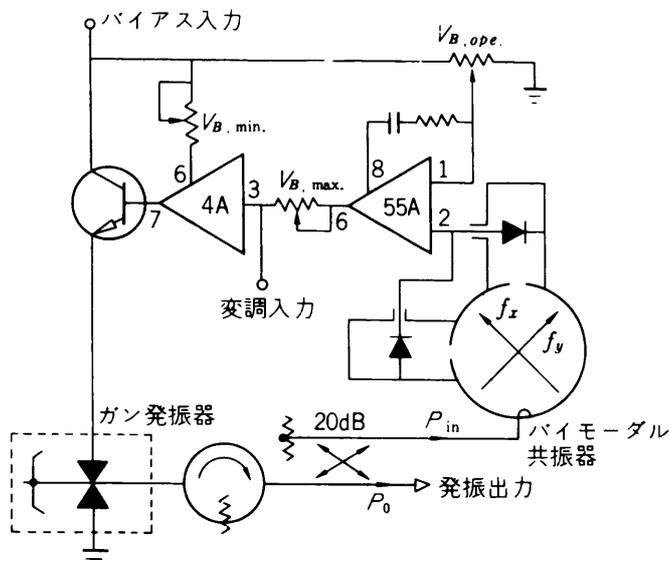


図 1 バイアス制御回路の構成
Fig.1 - Construction of bias-control-circuit.

により正負いずれにも選択できる。発振器の周波数変動はこの弁別器によって振幅誤差信号として検出され、この信号は電圧利得 $G_v = 60$ dB を有する二段の直流差動 IC 増幅器によって増幅され、発振器のバイアス電圧に帰還される。ガン発振器にはそのバイアス電圧の増加に対し発振周波数が増加するものと逆に減少するものがあるが、いずれの発振器の場合にも振幅誤差信号が常に負帰還となるように発振器の変調感度の極性に依じて弁別感度の極性を選択している。動作時のガンダイオードのバイアス電圧可変範囲は、その上限がダイオードの破壊電圧で、下限が発振周波数のジャンプする電圧でそれぞれ制限される。本回路では上限、下限および動作中心電圧を、前段 IC の最大出力電圧、後段 IC の比較基準電圧および前段 IC のオフセット電圧をそれぞれ調整することにより独立に設定できる。

ガン発振器の変調感度⁽³⁾を S_m 、弁別器入射電力を P_{in} とすれば、バイアス制御時の周波数安定度 $\Delta f_a / f_0$ はループ利得 $G_{1loop} = G_v \cdot S_m \cdot S_d \cdot P_{in}$ を用いて次式で表わされる。

$$\frac{\Delta f_a}{f_0} = \frac{1}{1 + G_{1loop}} \left[\frac{\Delta f_0}{f_0} + G_{1loop} \frac{\Delta f_d + \Delta f_n}{f_0} \right] \quad (1)$$

ここで Δf_0 は発振器の自由振動時の周波数変動、 Δf_d は弁別器のゼロ交さ周波数の変動、 Δf_n はバイアス制御回路系のもつ雑音周波数で、増幅器入力端に換算された回路系の雑音電圧を ΔV_n とすれば $\Delta f_n = \Delta V_n / S_d \cdot P_{in}$ で与えられる。式 (1) の右辺第 1 項は周波数安定化率を、第 2 項は究極的に得られる周波数安定度を示している。

周波数安定化したガン発振器の構造は可動短絡器により発振周波数が可変のポストマウント形である。測定された各パラメータとループ利得を図 2 に示す。発振出力を安定度既知の水晶発振器の通倍波と混合して中間周波に変換し、中間周波の弁別器を用いて発振器の周波数安定度を測定した。9.4 GHz における発振器の自由振動時とバイアス制御時の安定

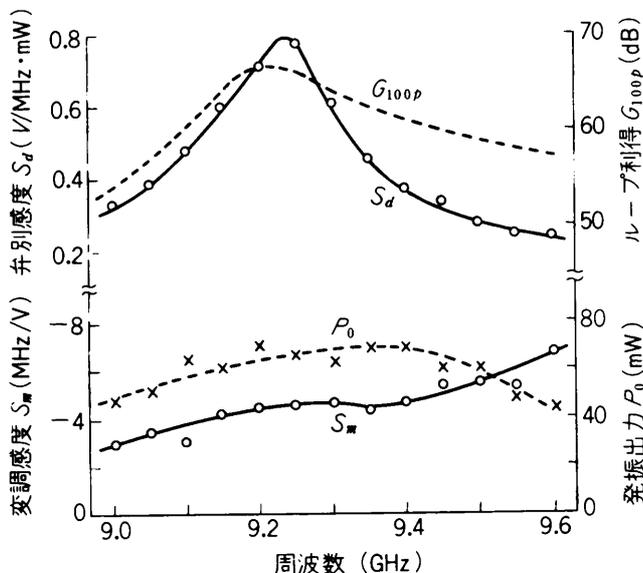


図2 制御回路の各パラメータの実測値とループ利得
 Fig.2 - Measured parameters of bias control-circuit and its loop gain.

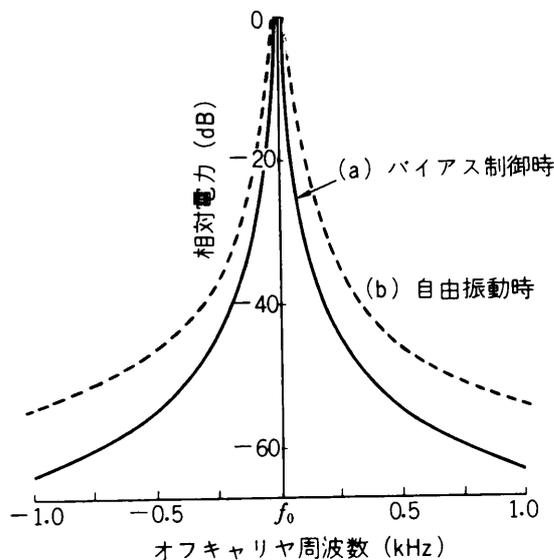


図3 バイアス制御時(a)と自由振動時(b)の発振スペクトラム
 Fig.3 - Oscillation spectra with (a) and without (b) bias-control-circuit.

度はそれぞれ 1.5×10^{-5} , $2 \times 10^{-7}/h$ であった。ループ利得と $4f_n$ の漂動から求まる安定度は 10^{-8} であり、したがって、バイアス制御時の安定度は $4f_d$ によるものと考えられる。FM雑音の測定結果から得られた発振スペクトラムを図3に示す。バイアス制御により搬送波近傍の雑音出力は約10dB改善されている。

ここに述べたバイアス制御回路はその構成および調整が簡単であり、発振出力の減少を伴わずに 9.0 GHz から9.6GHzの周波数帯域で周波数安定化が可能なることを特徴としている。

謝辞 ガンダイオードを提供していただいた日本電気(株)半導体事業部の各位、製作および測定に協力された本研究所技官足木光昭氏、ご討論いただいた本研究所超高周波研究室

の各位に深く感謝する。

文 献

- (1) A.M. Portis and D. Teaney: "Microwave faraday rotation: design and analysis of a bimodal cavity", J. appl. Phys., **29**, 12, p.1692 (Dec. 1958).
- (2) D.P. Snowden: "Microwave faraday rotation using a bimodal cavity", IEEE Trans. **IM-11**, 6, p.156 (Dec. 1962).
- (3) W.C. Tsai and F.J. Rosenbaum: "Amplitude and frequency modulation of a waveguide cavity cw Gunn oscillator", IEEE Trans., **MTT-18**, 10, p.877 (Nov. 1970).

(昭和48年10月9日受付)