

Microwave-Frequency Light Modulator

井上 登, 初田洋司雄*, 細川哲夫*, 関根利洋*
(N. Inoue Y. Hatsuda T. Hosokawa T. Sekine)

国土地理院、日本電気*

Geographical Survey Institute, NEC Corporation*

1. はじめに

現在地震予知を目的として、地殻の変動を数十kmの距離において、 10^{-7} 程度の精度で測定するトランスポンダ方式の多波長レーザー測距装置の開発を継続中である。⁽¹⁾ 必要精度の点からマイクロ周波数での光変調式測距法が最適である。現在、測定線に沿っての大気の影響をキャンセルして、真の距離を求めるには、大気分散特性を利用する必要があるため、光波として赤(633nm)と青(442nm)の二波長を用いる方法を試験している。この方法により、二点間の距離の相対的变化を測定するだけであれば、マイクロ波帯での変調周波数は1点で十分であるが、距離の絶対値をも測定するには、適当に離れた2点以上の周波数において変調する必要がある。この目的のため、変調周波数を大幅に変えても高い変調率を保持する事が可能なマイクロ波帯光変調器を試作した。

2. マイクロ波帯光変調器の設計

変調器としては種々のものが考えられるが、少ないマイクロ波パワーで高い変調率が可能であり、しかも変調点の変動する事の少ない縦形変調方式の re-entrant 型共振器を用いたものを採用し、⁽²⁾ 変調用結晶としては $\tan \delta$ の小さいKDPを採用した。マイクロ波の周波数としては、システムとして使用するマイクロ波機器の都合から 1.7 GHz を中心とし、また、測距のために変化させる周波数としては ± 100 MHz を目標とした。図-1 に設計した光変調器の概略を示す。h を下記の様に決定した。

$$\text{共振周波数の理論式は、}^{(3)} \quad f_0 = \{ 2\pi \sqrt{LC} \} \quad L = (h/2\pi\mu_0) \times \ln(r_1/r_0),$$

$$A = 16 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \quad C = \epsilon_c \epsilon_0 (A/d) + \epsilon_0 \{ (tr_0 - A)/d \} + 4\epsilon_0 r_0 \ln(e \text{ lm}/d)$$

$$\text{lm} = \frac{1}{2} \sqrt{(r_1 - r_0)^2 + h^2}$$

ただし、 r_0 , r_1 , d は図-1 に示す寸法であり、 A は結晶の断面積である。 ϵ_c は結晶の比誘電率で KDP で $\epsilon_c = 21$ である。上式により計算した共振周波数の h に対する変化を図-2 に示す。

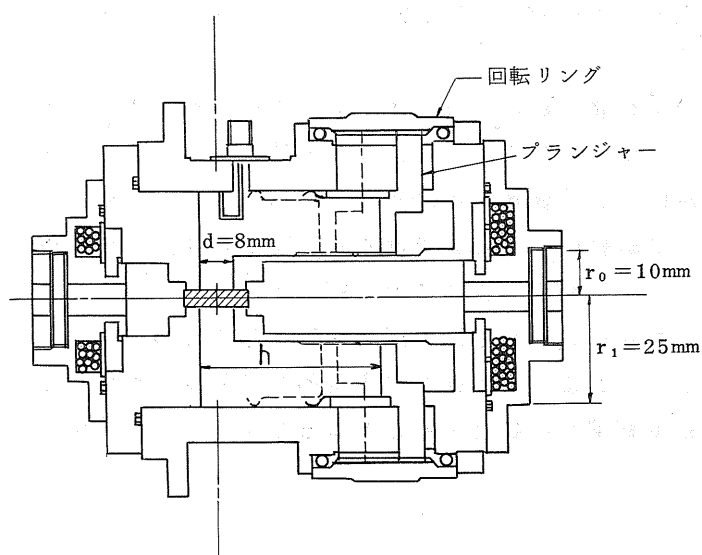


図-1 マイクロ波帯光変調器

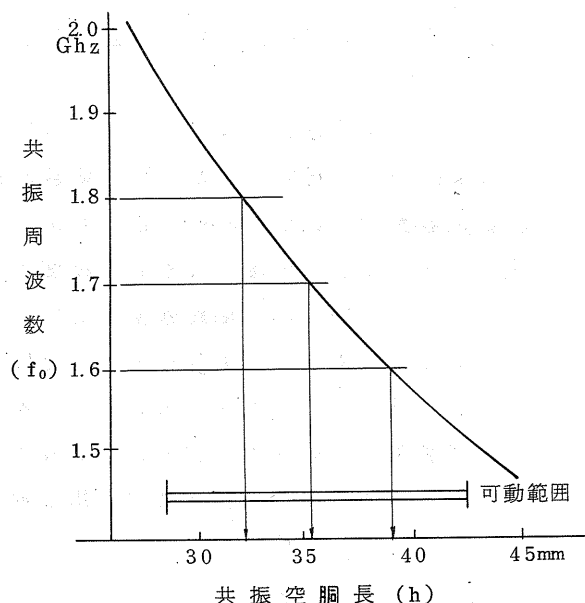


図-2 共振周波数の計算値

図-2より、 h の可動範囲として今回の試作においては十分に上下に余裕を見て、最小28.5mm最大42.5mmに設計した。 h の大きさは回転リングをまわす事により、プランジャーの位置を前後させて行っている。使用しているKDPの結晶は潮解性が強い為、防湿に注意し、各所にリングシールを行って対処した。また空洞共振器の内部にシリカゲルを収容して、内部を乾燥させる様に配慮した。

3. 試作結果

試作した光変調器の共振周波数の実測値を図-3に示す。理論値との一致は特に必要としている

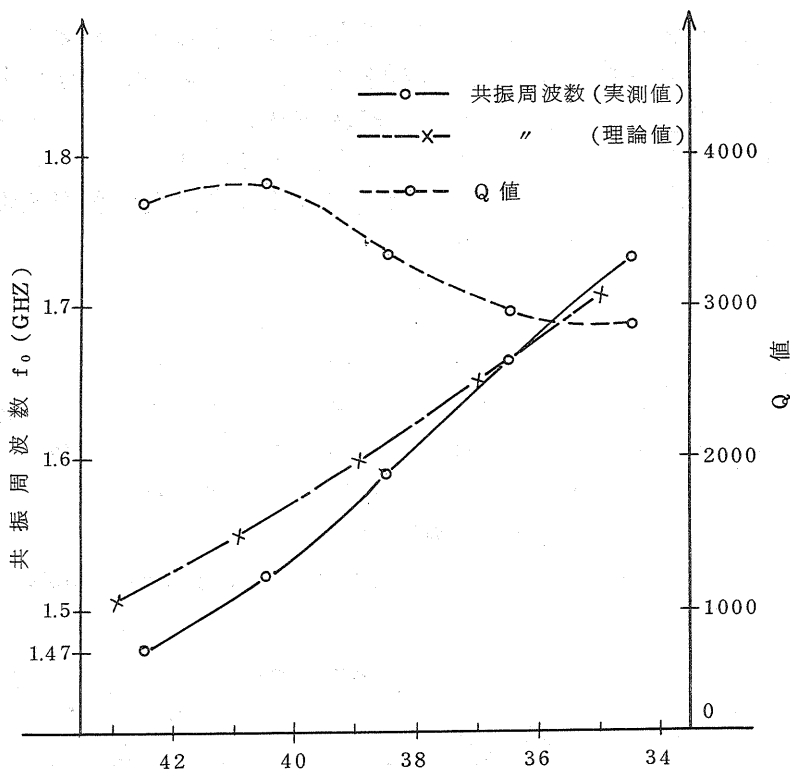


図-3 共振空洞長 h (mm)

1.7 GHz 近傍で非常に良い。共振空洞長 h の変化に対する共振周波数 f_0 の変化の傾斜が異なるので、それから離れるほど差異が大きくなる傾向があり、それでも 1.5 GHz 付近でも 50 MHz 程度である。測定は Q 値についても行ったが、1.7 GHz 近傍では 3,000 程度の値となり、非常に高い。またその値は h の変化によっては大幅には変化しない。

4. まとめ

以上の試作により、多波長測距装置の実験を、光変調器の機械的寸法で決まる、ある限られた周波数のみではなく、100 MHz 程度も大幅に変えて、種々のマイクロ波周波数で行えるようになったのは大きな進歩であった。

References

- | | | | |
|------------------|--------------------|-----|--------|
| (1) 塚原 弘一 | 第8回レーザーダ シンポジウム予稿集 | 23 | (1982) |
| (2) 中山 茂 | 第9回 " " " | 7 | (1983) |
| (3) Fujisawa, K. | IRE Trans. MTT-6 | 344 | (1958) |