

二波長レーザー精密測距儀の開発

Development of Precise Two-wavelength Laser Range Finder

中山 茂、初田洋司雄

Shegeru Nakayama, Yosio Hatsuda

京都工芸繊維大学電子工学科、日本電気

Department of Electrosnics, Kyoto Institute of Technology

NEC Corporation

1. はじめに

第9回レーザーレーダーシンポジウムにおいて3GHzのマイクロ波光変調器の試作を行いレーザー測距儀への応用を示したが〔1〕、国土地理院、日本電気によって第10回のシンポジウムでは絶対距離測定のためにマイクロ波周波数可変の1.8GHz付近のマイクロ波光変調器の改良が報告された〔2〕。更に国土地理院によって位相差検出によるトランスポンダ二波長(赤色He-Ne、青色He-Cd)レーザー測距儀の試作と観測実験が報告された。〔3〕

今回、文部省試験研究として、地震予知のための振幅検出による二波長(赤色He-Ne、赤外He-Ne)レーザー測距儀の開発を行うことになったので、試作中でまだ成果はありませんが、開発計画を報告したいと思います。この測距儀は地震予知を目的としているため、出来るだけ多くの地震研究者に利用でき、多くの観測強化地域に設置するために、長距離20km以上で測距精度を $10^{-7}$ よりよくして出来るだけ安価に試作することが要求されている。

2. 二波長レーザー測距原理〔4〕

単一レーザー光では伝搬行路上での大気屈折率の不確かさのために1ppm以上での距離測定精度を得ることはできない。そこで、同じ行路での二波長レーザー光の同時使用は異なつた波長での大気分散特性を利用しているので、測定精度を改善できる。

測定する二点間のレーザー光の行路が直線で真の距離を $D_0$ とする。近似的に乾燥大気を仮定すれば、赤色レーザーと赤外レーザーによって測定される距離 $R_r$ と $R_i$ は、

$$R_r = N_r D_0, \quad R_i = N_i D_0 \quad (1)$$

で与えられる。ただし、 $N_r$ 、 $N_i$ は赤色レーザーと赤外レーザーによる群屈折率である。そうすれば、計算距離 $R_0$ は

$$R_0 = R_r - A_0 (R_i - R_r) \quad (2)$$

となり、ここで、 $A_0$ は $(N_r - 1)/(N_i - N_r)$ となり気温、気圧に無関係な定数となる。

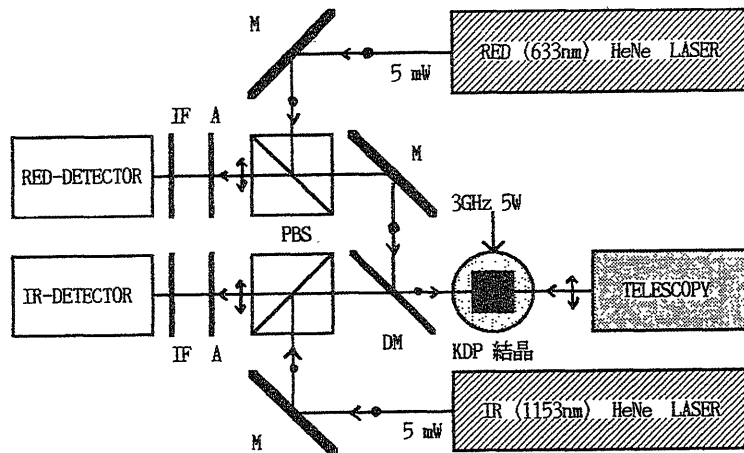


図1 二波長レーザー精密測距儀

### 3. 二波長レーザー精密測距儀の構成

(1) 光学システム 現在開発中のマイクロ波光変調器を用いた二波長レーザー測距システムの光学システムについて述べる。図1に示すように、ダイクロイックミラーを利用して赤色レーザー光と赤外レーザー光を同軸にして変調器で偏光変調して、口径15cmのカセグレン型望遠鏡で発射し、cat's eye型反射器で偏光面をかえずに入射方向と同じ方向に反射させる。そして、再び同じ変調器を通りダイクロイックミラーで赤色レーザー光と赤外レーザー光とを分離し、偏光ビームスプリッターで入射波の偏光面と垂直方向の偏光成分をもった反射光を検出する。そして、信号処理されて、赤色、赤外レーザーによる測定距離 $R_b$ 、 $R_r$ を2msec毎にそれぞれ測定し、10secの平均をとって計算距離 $R_c$ を求める。約2500回の平均がとられている。更に、5分間測定し30回の $R_c$ を求めて、その平均 $R$ と分散 $\sigma$ を求める。そして、分散の少ないものをデータとして記録する。

(2) マイクロ波制御システム 二波長レーザー測距儀での測距精度はマイクロ波周波数の精度に強く依存し、いかに精度よくマイクロ波周波数をコントロールするかによるので、このマイクロ波制御システムについて詳しく述べる。3GHzのマイクロ波回路として、1Hzの精度で変調周波数を測定するには一定の発振周波数3GHzのマイクロ波シンセサイザーと周波数可変の5MHz程度のVCOとを単側帯変調器(SSBM)に入れて、和周波(up conversion)だけを発生させる。この和周波のマイクロ波をpin diodeでダブルパルスにスイッチングしてアンプでピーク電力5Wして、反射を防ぐためにサーキュレーターを通して、高効率高安定のリエントラント型変調器に入れる。変調効率 $\eta$ はピーク電力の平方根に比例し熱破壊のために、KDP結晶に1W以上の平均電力を加えられないので、1msecの繰り返しで、25 $\mu$ secのパルス幅を持つダブルパルスを用いる。そのため、0.25Wの平均電力でduty cycleが5%でピーク電力は5Wとなる。

図2にマイクロ波関係の回路を示すが、赤色レーザーと赤外レーザーについておのおのダブルパルスを2回ずつかけて信号処理する。そのためにそれぞれ2msecの時間がある。信号処理として、変調器を通りもどってきた反射波が、零になるようにマイクロ波周波数を微調すればよいが、零位法では誤差が大きい。そこで、周波数を走査させるとのsinの特性がえられ、 $f_0 \pm \delta f$ で反射波の信号の値をひとしくしてやれば、その平均が $f_0$ を与えることになる。 $f_0 \pm \delta f$ での信号をひとしくするには、積分回路をもちいて、出力があればなくなるようにマイクロ波の周波数を変える。周波数カウンターに $f_0 - \delta f$ と $f_0 + \delta f$ とをいっしょにいれると平均値が自動的にでる。検出器はシリコンとゲルマニウムとのホトダイオードを用いる。熱制御として、マイクロ波加熱による結晶の誘電率変化に伴う共振周波数の変化をなくすために、共振器にヒーターをまいて室温より数度高くして熱制御を行うと安定する。本研究は、村田学術振興財団の研究助成及び文部省科学研究費試験研究に依る所が大きく、関係者各位に感謝いたします。

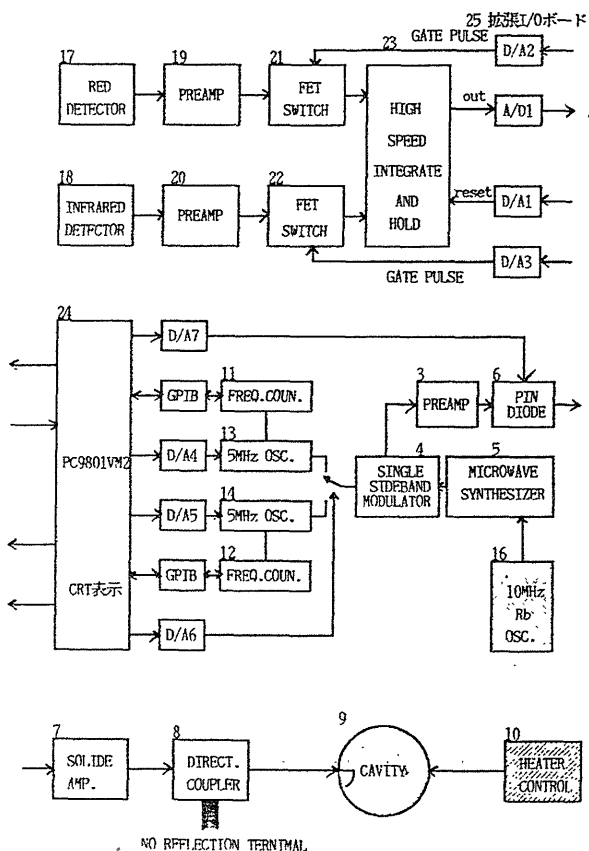


図2 マイクロ波制御システム

#### 参考文献

- (1) 中山 茂 第9回ラゲーションジウム 7 (1983)
- (2) 井上 登 他 第10回ラゲーションジウム 104 (1985)
- (3) 井上 登 他 第10回ラゲーションジウム 102 (1985)
- (4) 中山 茂 輻射科学研究会 RS85-8 (1985)