

に伴い、径の異ったものを用意しなければならない。後述するように追尾精度を $3''\sim 5''$ としたので、太陽視半径 $15'45''\sim 16'18''$ に対応するものを $3''$ 刻みに 12 枚、 $15'25''\sim 15'58''$ に対応するものを $3''$ 刻みに 12 枚合計 24 枚用意した。

本機の光学系では、対物レンズより最終焦点面までが

約 3800 mm あるので、3 m の光学ベンチに一列に配列することができないから、第 8 図に示すように配列し、全体に遮光用カバーをかぶせた。光路を 90° 曲げるために三枚の平面反射鏡を使用した。鏡面の汚れによる散光を生じ本来は望ましくない。これを防ぐ意味で頻りに鏡面を掃除することが必要になってくる。

III. 光電追尾装置について

岩田 稔・高橋泰夫・川井誠一

望遠鏡の自動追尾は赤経、赤緯の両成分に分けて考える。赤緯成分のずれは at random な微小量だけなので、これを誤差信号出力として取り出し、これによりサーボモーターを駆動し、誤差を取り除けばよい。赤経成分の追尾方法として次の三つのものが考えられる。

(1) 日週運動に基づく定期的な運動は、シンクロナス・モーターで駆動して、ディファレンシャル・ギヤーで結合されたサーボ・モーターを、誤差信号出力により回転させることにより誤差分を除去する。これは一番普通の方法である。シンクロナス・モーターを駆動する電源周波数が、安定して居る時には有効であるが、自家発電等により電源周波数が不安定な時は、あまり有効と思われない。

(2) 追尾のずれを誤差信号出力に変換し、これによりシンクロナス・モーターに供給する電源周波数を変えて、モーターの回転速度を調節する。これは Sacramento Peak のコロナ・グラフの自動追尾に採用されている。(Electronics, May, 1951, p. 118~122)

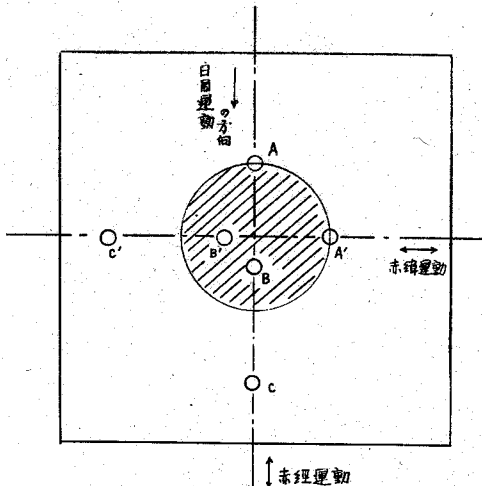
(3) 赤経成分の追尾も、誤差分を誤差信号出力とし

て、サーボ・モーターに入れて、自動追尾を行なう。この場合、日週運動による太陽の動きは定期的であるから、サーボ・モーターは常に回転を続ける。

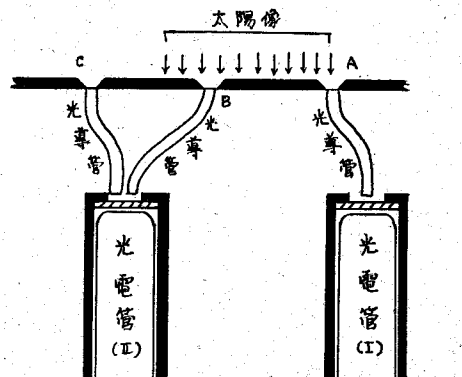
こずれの成分においても、一定な光入力と、変化する光入力を、それぞれ独立して光電管に入れ、この両者の電気出力の差を、誤差信号として使用するという事は、すべての方式に共通である。

本機においては、その設置場所の関係で、電源周波数の安定性に問題があるので (1) は除外し、(2)、(3) のいずれを探るかということが問題となったが、設置場所が遠隔の地であり、補修等のことを考えて、できるだけ故障の起らぬ、また修理が簡単であることが要求されるので、回路構成の簡単な (3) を探ることにした。追尾の精度としては、対物レンズの口径が 135 mm だから、分解能は 5303 \AA に対して約 $1''$ である。またシンティレーションによる太陽の周辺の動きを $\pm 3''$ 程度と見て、大体 $3''\sim 5''$ 程度の追尾精度があれば充分ではないかと判断して、電気回路を設計した。

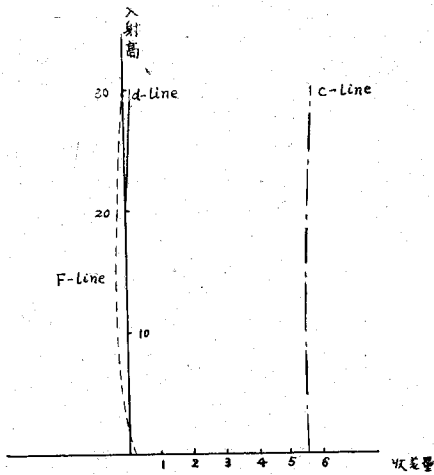
本機の電気回路は、赤経および赤緯成分の誤差信号検出回路が全く同一であるから、同じ増幅器を二つ併行して並べる様な恰好になり、製作にも回路の点検にも非常に便利であるという利点がある。



第 9 図 aperture と太陽像の位置関係 (太陽を完全に追尾している時)



第 10 図 光導管及び光電管の配置図



第11図 光電追尾用対物レンズ，収差曲線（色収差及び球面収差）

追尾装置は，追尾に使用する太陽像を結ぶための対物レンズと，この太陽像より光入力信号を光電管に導く，aperture と光導管より成っている。（第9，10図参照）

対物レンズは二枚合せの色消しレンズで，焦点距離2789.8mmで，aperture面に直径約26mmの太陽像を作る。これの収差曲線は第11図に示される。太陽光はapertureから光電管へ，断面および側面のよく研磨されたガラス棒を通じて導かれる。apertureよりの光入力は相当強いので，ガラス棒の吸収による減光もあまり障害とならない。

aperture Aの半分と aperture Bの全部に太陽像がかかっている。aperture Cは光導管により aperture Bと同じ光電管(II)に導かれるが，正規に追尾している時は，これへの入力，空からの光のみで太陽光に較べるとほとんど無視できる。（aperture Cの作用については後述）

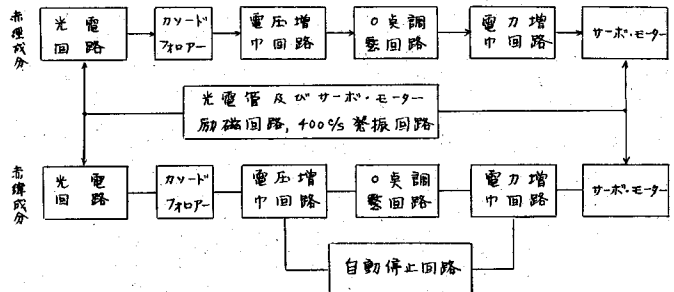
光導管の吸収率の差，周辺減光，apertureの面積の不均一などを無視すれば，光電管(I)の先端に入る光は光電管(II)の先端に入る光の約1/2である。この光はそれぞれの光電管のシールド管内部に取り付けられたフィルターを通して光電管に入る。光電管PG-18の最大感度は略4000Åの所にあるので，3500Å位より6000Å位まで平坦な吸収特性を持つフィルターを使用した。光電管(I)に使用したフィルターは透過率20%で，光電管(II)に使用したものは10%である。したがって正規に追尾している時は，(I)，(II)の光電管には，ほぼ等しい量の光が入る。この光入力を光電管で電気出力に変換すれば，ほぼ等しい出力が得られるはずであるが，光入力のバ

ラツキや光電管の特性のバラツキなどのため，両者の出力差は零にはならない。しかし光電回路の後の増幅器に，交流ブリッジによる零点調整回路を設けて，この点で最終出力が零になるよう調整すると，太陽像が第9図に示した状態の時，光電管(I)，(II)の出力差すなわち誤差信号出力が零になりサーボ・モーターは回転しない。

光電管を直流で励磁すると，光入力の変化に対してその電気出力は直流的に変化し，これの増幅には直流増幅器が必要となり，またこの増幅された出力は直交変換器で交流に変換した後，サーボ・モーターに入れなければならないので，回路構成が複雑になる。これを避けるため本機では光電管の励磁は400c/sを使用した。その結果誤差信号出力は400c/sの交流波形となり，ずれの方向に応じてその位相が180°反転した交流出力が得られる。これをそのまま増幅してサーボ・モーター入力とすれば，ずれの方向に応じてモーターは正転または反転する。

apertureの直径は3mmである。太陽が天球上を5"移動すると太陽像の中心は約0.07mmずれる。したがってapertureにかかる太陽像の面積は約0.2mm²変化する。この面積変化に相当する光電管の光入力変化を検出できる回路を作れば，追尾に5"の精度を確保することになる。最初の光入力に対する5"変化した時の変化量の比は約0.2/3.5≒0.6/10(aperture A)である。PG-18については，陽極電圧5Vとして，上記の光入力の変化に対して，約0.06μAの陽極電流の変化が対応する。サーボ・モーターの制御に必要とされる電流を0.6Aとすれば，約70dbの増幅度をもつ増幅器で充分であり，この程度の増幅度のものは比較的性能の安定したものを製作できるから，太陽の5"の変化を安定してとらえることが可能である。このような見通しのもとに，光電管としてはPG-18を使用し，最終出力段をパラレル・プッシュプルにして所要の増幅度を得た。

光電検出器のブロック・ダイアグラムは第12図に示される。先に述べたように本増幅器は基本的には，同じものを二つ並列に並べたものであるが，赤緯方向の増幅



第12図 自動追尾装置 ブロック・ダイアグラム

回路には、太陽が雲にかくれて両方の光電管の出力差が大きくなった時には、モーターが自動的に止まる自動停止回路が組み込まれている。これはサイラトロン（グリッド）に誤差信号電圧をかけておき、この電圧がある値より大きくなると、サイラトロンが動作してリレーを開き、モーターへの回路を切るようになっている。このようにしたのは第三の aperture C の働きによるものである。

第三の aperture C の作用について考えてみる。本機の自動追尾装置は、定速回転を与えるシンクロナス・モーターを使用しておらず、また構成上太陽像が aperture 面に作られない時には、追尾装置は全く動作しない。いま赤緯成分について考えると、太陽が雲に隠された時には、aperture C がないと、光電管（II）への入力（I）への入力の約 $\frac{1}{2}$ となるであろう。したがって望遠鏡は日週運動よりはるかに早いスピードで移動して望遠鏡は大きくずれてしまい、天気回復後改めて手動で修正を行なわねばならない。ところが aperture C よりの光導管が第 10 図に示したように光電管（II）に通ずるようになっておくと、曇天の際光電管（I）、（II）への入力はほぼ等しくなりモーターは静止する。実際には（I）への入力が（II）への入力より大きく、且その誤差信号出力差は、日週運動による太陽像の微小変化により生ずる誤差信号出力差より大きいので、望遠鏡は過追尾の傾向になる。しかしこのスピードは aperture C がいない時に較べてはるかに緩やかであるから、太陽像が A、B、

ずれの aperture にもかからないほどずれないかぎり、天気回復後自動的に正規の追尾を再び始める。しかし赤緯成分については、望遠鏡が正しく据え付けてあれば赤緯方向のずれは生じない筈だから、曇天の際にはすみやかに停止することが望ましいのである。

電気回路の構成に際しては、同じ増幅器を並列に並べてあるので、互いに相互干渉がないよう、結合トランス、結線用リード線の配置などに特に注意した。また光電管の出力インピーダンスは非常に高く、この出力を長いケーブルで増幅器まで引き廻すことは、自己発振の原因になるので、光電回路のすぐ後に cathode follower 回路を入れて、そのインピーダンスを下げている。励磁用の 400 c/s は、衝撃に弱い水晶発振器をやめて、音叉発振器を採用した。この出力周波数は 10^{-5} の order で安定しているので、精度的に問題はない。

本機に使用した電力増幅器は出力が大きいので、ヒーターが充分加熱されないままプレート回路に高電圧がかかると、グロー放電を生じ真空管の寿命を著しく縮める。したがってヒーターが完全に加熱され、発振回路よりの信号が安定して完全な動作状態に入るまでは、B 電圧がかからないように、サーマル・リレー管とリレーにより構成される回路が組み込まれている。これにより B 電圧は、電源スイッチを ON にしてから約 2 分 30 秒後にかかる。各回路の電源電圧の変動は追尾の精度に影響するので、各ブロックに定電圧放電管より構成される、定電圧安定回路が組み込まれている。

西村製の

30 cm 反射望遠鏡

下記へ納入して好評を博しております

- 米 ゴダード・スペース・フライト・センター
ハインド J R 短期大学
ムレ大学
- 英 オックスフォード大学
- スイス バーゼル大学

株式会社 西村製作所

京都市左京区吉田二本松町 27
電話 (77) 1570, (69) 9589



30 cm 反射望遠鏡

ニュートン・カセグレン兼用