

# 高速度形赤外線ガス分析計

豊田工場設計課 金井儀充

## High Speed Infrared Gas Analyzer

By Norimitsu Kanai  
(Design Sect., Toyoda Factory)

### Synopsis

It is mostly the cases that the measurement of gas density is generally deemed to take a considerably long time. On the other hand, in the modern industries, such desires that analyzed results on the gas are immediately utilized, making connection with the process control. In response to this requirement, a quick response analyzer (with responding time 2 sec.) specialized for controlling, supervising, alarming etc. in which the infrared ray absorbing performance of the gas is utilized and the positive filter type infrared gas analyzer is partially reconstructed.

The writers wishes to explain here with the high speed infrared gas analyzer.

### I. ま え が き

従来ガス分析に関しては、測定した結果を得るまでには相当長い時間を要するものと考えられている場合が多かった。そのためたとえば化学的ガス分析法などにより、個々については相当優秀な高精度の分析計はあっても、近代工業において測定結果をすぐプロセス制御に結びつけたい場合には、実際操業上において全く不向きであり、自動制御上一つのネックとなっている場合が多い。

それには(1)測定ガスのある場所から分析計までの間の時間遅れの問題、(2)分析計自体が測定に要する時間遅れの問題、の二つに大別される。

(1)の場合は分析計の装置そのものが複雑で、実験室、研究室などに設置されているため、サンプルガスをそのつど運搬するので本質的に早くすることがむりなものと、またたとえば分析計を現場に取り付けた場合でも、測定ガス中のダスト、ミストなどの問題で、サンプリング系のろ過装置などに要する時間遅れがある。前者の本質的にむりなものに比較して後者は種々の工夫によりある程度までは短縮できる。

(2)の場合は、たとえば高精度の分析計として知られている質量分析計、ガスクロマトグラフィーなどがあり、これらは分析計自体が測定し結果を得るまでに相当の時間を要する。近年このガスクロマトグラフィーの工業化されたものもできている。また比較的信頼度の高い化学的分析方法で、しかも一部現場向きに作られたものにオルザット分析器、ヘンペル分析器などがある。この分析方法を自動化したものに一般には mono の名称で知られ

ているものが発売されている。これらの測定に要する時間は、測定ガスの種類によっても多少異なるが、数分ないし数十分を必要としている。以上これらは自動化といっても測定ガスのサンプリングは間隔的であり、そのため急激な変化に対しては相当の指示誤差のあることはやむを得ないところである。工業用でしかも連続測定として古くから知られているガス分析計に熱伝導度式、燃焼反応式、比重式、近年になって磁気式、赤外線式などの分析計がある。このうち熱伝導度式、燃焼反応式、比重式、磁気式などの分析計は測定ガスの流速により測定時間は異なるが、一般的に数十秒である。これらは比較的測定時間も短く、おのおの測定原理上限定されたガス組成内では充分実用に供し得る。その点赤外線式ガス分析計は優秀で原理的に、測定ガスの流速の変動、他ガスによる指示誤差などが無いため精度も良く、しかも測定時間は10数秒である。現にこの計器を使用してアンモニア合成化学工場においてコントローラに結びつけて使用している例がある。

ここに特に制御用ガス分析計としての目的で作られた測定時間の早い高速度形赤外線ガス分析計について概説する。

### II. 構造および動作説明

たとえば Ar, Ne などの単原子ガスおよび O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> などの対称 2 原子ガスを除く他の多くのガスは一般に赤外線(1)(2)を吸収する性質がある。そのガスの吸収波長はおのおの異なり、ガスの濃度によりその吸収量が変わる。たとえば CO<sub>2</sub> ガスは 2.7 μ と 4.26 μ に赤外線の吸収帯が

あるので、CO<sub>2</sub> ガスを測定する場合は、この波長のみを感じる特殊なコンデンサ検出器を用いて測定する。

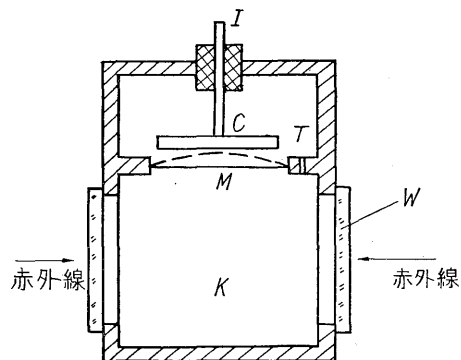
全体の構成は第1図に示すとおりである。赤外光源<sup>(4)</sup> Sより放射される赤外線はSを焦点とするおう面鏡M<sub>1</sub> M<sub>2</sub>によりほぼ平行光束となってそれぞれ試料管A<sub>1</sub>と標準管A<sub>2</sub>とを通過する。このときの平行光束は同期電動機SMにより駆動されるチョップCHにより、電源周波数の1/6の一定周波数でA<sub>1</sub> A<sub>2</sub>を交互に通過する。この両方の光束は平面鏡M<sub>3</sub> M<sub>4</sub>により交互にコンデンサ検出器<sup>(5)</sup> CD(第2図)に入射する。

注) このコンデンサ検出器CDには測定対象ガスの純粋なものが封入されている。ここで純粋ということとは必ずしも100%である必要はなく、残りのガスがO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> ガスなど赤外線吸収の無いことを意味する。本コンデンサ検出器は封入されたガス(測定対象ガス)のみの赤外線吸収であり、したがって他の波長はそのまま通過してしまい、ここで波長の選択を行なわせているわけである。

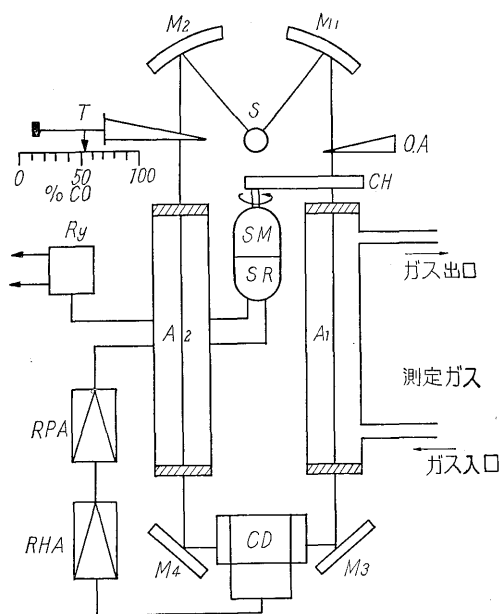
このコンデンサ検出器は、測定対象ガスXのみに感じるものであり、今A<sub>1</sub>中のガス濃度0%、したがって赤外線の吸収が無いものとする。またA<sub>2</sub>中にはあらかじめN<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>などの赤外線吸収の無いガスが封入してあるのでここには吸収が起こらない。この場合A<sub>1</sub> A<sub>2</sub>を通過してコンデンサ検出器に入射する二つの光束は相等的なエネルギー(光量)を有している。このためコンデ

ンサ検出器は左から入射する光束も、右から入射する光束に対しても作用は全く同一であり、コンデンサ検出器には両者の和が入射していることになり、コンデンサ検出器内の金属膜は一定位置を取り振動分はゼロとなる(第3図参照)。ゆえに図の毛細管の作用によって金属膜の位置は初めのゼロ位置と同一になる。

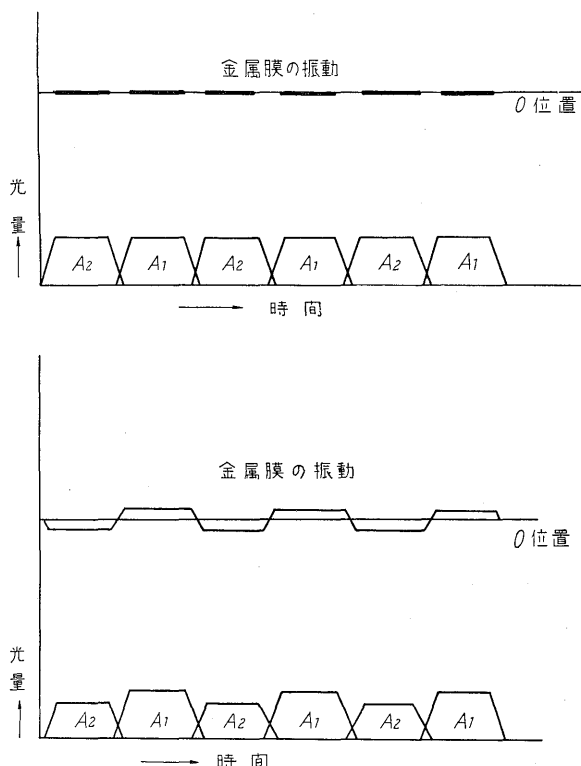
つぎにあらかじめ目盛りされている設定器Tを回して設定値(測定点、たとえば50% COなど)に合わせる。この場合A<sub>2</sub>を通過する光量は、A<sub>1</sub>を通過する光量と比較して、設定器T(減光器)により減量された分だけ光量が減量される。たとえば50% COに設定値



第2図 コンデンサ検出器  
Fig. 2. Condenser detector



第1図 高速度形赤外線ガス分析計の構成  
Fig. 1. Construction of high speed infrared gas analyzer



第3図 コンデンサ検出器の動作  
Fig. 3. Action of condenser detector

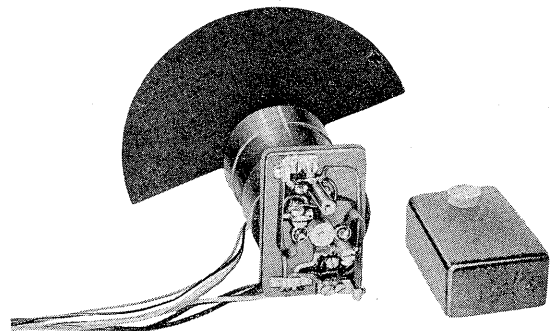
を合わせたとすれば、試料管  $A_1$  中に 50% CO が流れた場合の、CO の赤外線吸収分と同一減量に相当する。

ゆえにコンデンサ検出器に入射する左右の光量がアンバランスを生じるため、コンデンサ検出器中の金属膜は脈動の交流分に比例した振動を始める。脈動の直流分は膜のゼロ位置を変える作用をするが、これは前にも述べたように毛細管の作用により消され、常に初めのゼロ位置を中心にして金属膜は振動する。この振動は電気的容量変化として取り出され、これをヘッドアンプ  $RHA$  により電圧に変換し、さらにプリアンプ  $RPA$  により電圧増幅し同期整流  $SR$  に入れる。同期整流器は同期電動機  $SM$  により回転されるチョップ  $CH$  と同軸に接続されており、同期整流器にはいる信号と同期整流器の回転は常に同期している。そのため同期整流器により整流された直流は、位相が弁別されており出力信号(直流)は入力信号(交流)の振幅に比例した電圧と、位相に關係した極性を有している(第6図、第7図、第8図参照)。この出力は有極継電器  $RY$  を動作せしめ極性によって設定濃度値に対する、増、減を弁別する。上記の場合は減の接点を閉じる。

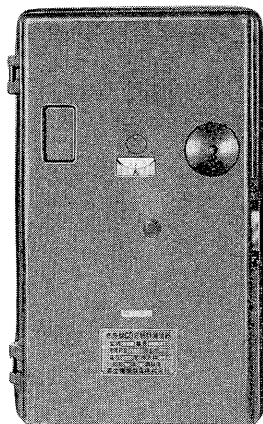
つぎに  $A_1$  中に測定ガスが入るとその中の  $X$  により  $A_1$  中で赤外線の吸収が起こる。もしこの  $A_1$  中の測定

ガスが最初の設定目盛 50% CO 以上の濃度である場合は、ただちに  $A_1$  中の光量は  $A_2$  中の光量より減量され、前述のコンデンサ検出器中の光束の交流分は位相がちょうど 180 度異なり、したがって同期整流器により整流された直流の出力は前と反対の極性を有し、有極継電器  $RY$  は減接点を開放し増接点を閉じる。

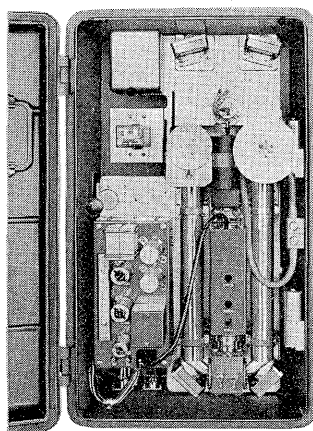
以上の説明で明らかなように、ガスの赤外線吸収は瞬時に行なわれるものでこのような測定方法は、非常に応答時間が早い。そしてこの測定方法では設定値(測定点)に対しては、光学的零位法であり計器の感度は直接設定値に対して変化は及ぼさないことになっている。したがって本計器は光源の強さ、検出器の感度、増幅器の増幅度、温度変化などを特に一定にする必要はない。実物の外観を第4図、内部を第5図に示す。



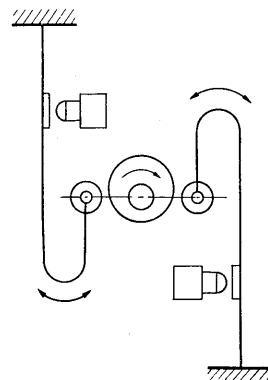
第6図 同期整流器  
Fig. 6. Synchronous rectifier



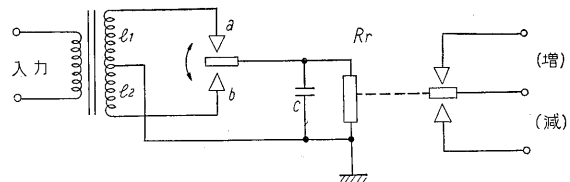
第4図 高速度形赤外線ガス分析計の外観  
Fig. 4. High speed infrared gas analyzer



第5図 高速度形赤外線ガス分析計の内部  
Fig. 5. Construction of high speed infrared gas analyzer



第7図 同期整流器の構造  
Fig. 7. Construction of synchronous rectifier



第8図 同期整流器および継電器回路  
Fig. 8. Synchronous rectifier and relay circuit

### III. 特 性

光の透過量  $I$  は Lambert-Beer の法則によれば



\*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する  
商標または登録商標である場合があります。