

最近の技術から

ビデオイメージ内視鏡の光学系

西岡 公彦

オリンパス光学工業(株)第3開発部 〒192 八王子市石川町 2951

1. ビデオイメージ内視鏡の概要

近年、ビデオイメージ内視鏡が実用域に達してきた。これまでのファイバースコープが、画像の伝送にイメージガイドを用い、接眼レンズをとおして像の観察を行なうのに対し、ビデオイメージ内視鏡では、内視鏡先端部に、固体撮像素子を組み込み、電気信号の形で像を伝送し、テレビモニター上に表示するのが、大きな特徴である。これまでのファイバースコープと同様、医療用、工業用の各分野に用いられる。現在国内、国外の数社から発売されている。

2. ビデオイメージ内視鏡の像形成方式

2.1 面順次方式

ビデオイメージ内視鏡には、カラー画像形成の方式によって、面順次方式とモザイクフィルター方式の2種類がある。面順次方式は、白黒の固体撮像素子を用い、赤、緑、青の3色の照明光を順次物体に投影し、得られた3色の画像を合成して、1枚のカラー画像を形成するのが特徴である。原理的には、カラーテレビのCBS方式と同じである。図1に面順次方式のビデオイメージ内

視鏡の模式図を示す。ビデオシステムセンター内部には、映像信号回路と光源とが収められている。光源ランプから出射された白色光は、回転フィルターにより、赤、緑、青のいずれかの色光となって、光源レンズにより集光されて、ライトガイドに入射する。図2は光源側から見た、回転フィルターの図であり、円盤の周辺部の三つの開口に、赤、緑、青の3色の干渉フィルターがそれぞれ取り付けられている。各フィルターの分光特性は、3管式カラーカメラの、3色分解プリズムの分光特性と類似である。回転フィルターは毎秒20~30回転しており、そのため、赤、緑、青の色光が、順次ライトガイドに入射し、内視鏡先端部に伝送され、被写体を照らす。被写体は、医療用の場合、胃の内部、大腸の内部、工業用の場合、エンジン内部、各種配管の内部などであるから、ライトガイドからの出射光以外の照明光はない。各色光で照明された物体は、対物レンズにより白黒の固体撮像素子上に結像される。固体撮像素子には、画素数3万~10万個のCCDが多く用いられている。各色の像は、信号線によって、ビデオシステムセンターに伝送され、信号処理されたあと、マルチプレクサーにより、回転フィルターの色の切換えと同期して、各色のフ

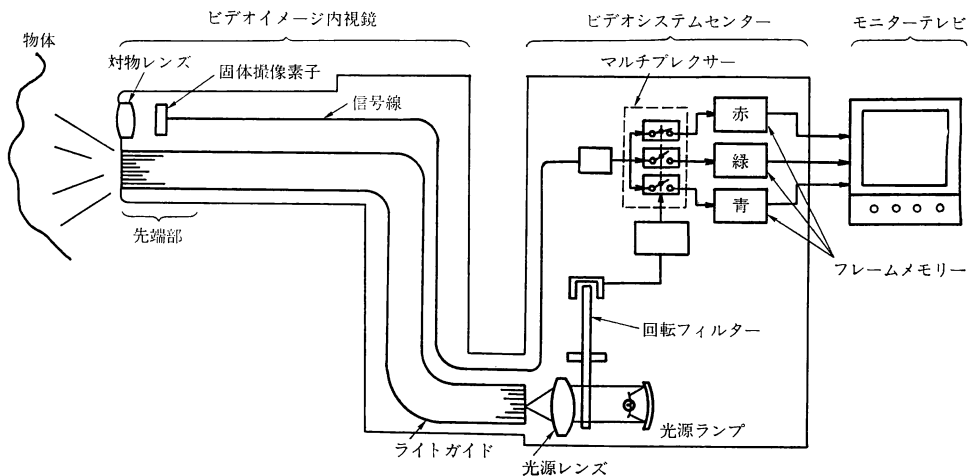


図1 ビデオイメージ内視鏡の模式図 (面順次方式)



図2 回転フィルターの図

レームメモリーに蓄えられる。フレームメモリーは、赤、緑、青の3色分設けられている。回転フィルターが1回転すると、3色の画像が各1枚ずつ得られるので、この三つの画像を重ね合せ、1枚のカラー画像として、テレビモニター上に表示する。毎秒20~30枚のカラー画像が表示されるので、自然な動画をモニター上に見ることができる。面順次方式はモザイクフィルター方式に比べ色再現性の良いこと、および画質の良いことが特徴である。

2.2 モザイクフィルター方式

民生用のVTRカメラなどに用いられているのと同様の、モザイクフィルター付CCDを用いて、カラー画像を形成する方式で、光源は、通常のファイバースコープ同様の白色光源が用いられる。面順次方式に比べ、動きのある物体に対する解像が良いこと、回路の構成が簡略化できることが特徴である。なお、両方式とも、多くのビデオイメージ内視鏡では、画像はテレビモニターの一部にだけ表示され、表示されない部分には、日付、被写体名などのデータを、キーボードより入力して表示するようになっている。

3. 対物レンズ

対物レンズには、画角 80° ~ 140° 、固定焦点、固定絞りのものが、用いられている。固定絞りのため、明るさの調節は、光源の明るさを変化させて行なう。被写界深度が深く、物体距離数 mm ~ 100mm くらいの範囲でピントが合う。

ファイバースコープでは、ファイバーによる光の損失を防ぐために、対物レンズの光束は、ファイバーの軸に対して、平行に入射する必要がある。レトロフォーカス型の対物レンズが多く用いられている。ビデオイメージ内視鏡では、固体撮像素子に対して、斜めに光が入射しても、光量の損失がないため、この条件を守る必要はなく、図3、図4のようなレトロフォーカス型^{1,2)}のほか、歪曲収差を除去する目的から、図5のようなベルテ

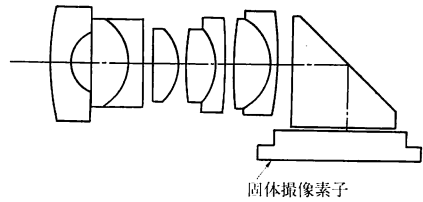


図3 レトロフォーカス型対物レンズ1

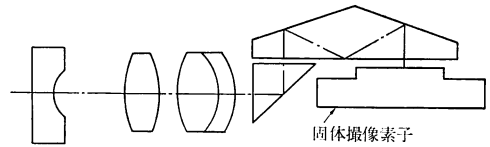


図4 レトロフォーカス型対物レンズ2

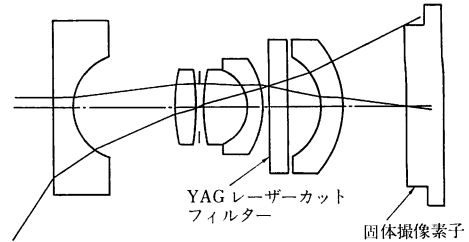


図5 ベルテレ型対物レンズ

レ型³⁾の対物レンズも用いられている。また固体撮像素子の寸法が大きい場合、直径十数 mm のビデオイメージ内視鏡先端に、固体撮像素子を収めるために、図3、図4のように、固体撮像素子をビデオイメージ内視鏡の軸方向と平行に配置し、プリズムを用いて、対物レンズの光を導く方法も採用されている。図4の例では、プリズムによる1回反射のため、像が裏像になるので、ビデオシステムセンター内部で、電気的に像を反転して用いている。医療用のビデオイメージ内視鏡では、YAGレーザー(波長 $1.06\mu\text{m}$)を治療用を使用するが、この赤外光に、固体撮像素子は感光するため、観察の障害となる場合がある。そこで、図5に示すように、対物レンズ内に、YAGレーザーカット用のフィルターを置いたもの⁴⁾もある。

文 献

- 1) 豊田 誠, ほか: 特開昭 61-50546.
- 2) 西岡公彦, ほか: 特開昭 61-47919.
- 3) 西岡公彦: 特開昭 61-35414.
- 4) 西岡公彦, ほか: 実開昭 61-114414.

(1986年12月27日受理)