

最近の技術から

光学の手振れ防止技術

当山 正道

キヤノン(株)レンズ開発センター 〒146 東京都大田区下丸子 3-30-2

1. はじめに

各社から手振れ防止機能付きビデオカメラが発売されている。電子的な手振れ防止システムが多い中で、われわれは「バリエングルプリズム」により、手振れを光学的に打ち消す手振れ防止システムを開発した。ソニーのビデオカメラ CCD-TR 900 に搭載されている。なお同機の制御回路はソニーが開発した。

2. バリエングルプリズム (VAP)

バリエングルプリズム (以下 VAP と略記する) の断面を図1に示す。2枚の板ガラスの間を特殊フィルム製の伸縮自在の蛇腹でつなぎ、内部を透明な高屈折率液体で満たしたものである。

図2に VAP により手振れが補正される原理を示す。角度 θ の手振れが生じた時、図のようにプリズムの頂角を平行状態から ε 変化させて、手振れにより生じた視野の移動を打ち消す。ここでプリズム内の液体の屈折率を n とした時、 $\theta = (n-1)\varepsilon$ の関係を保つことにより手振れ防止が機能する。

われわれは VAP 用に高屈折率液体と極薄、高気密性の高分子フィルムを開発し、これを用いて小型で低駆動

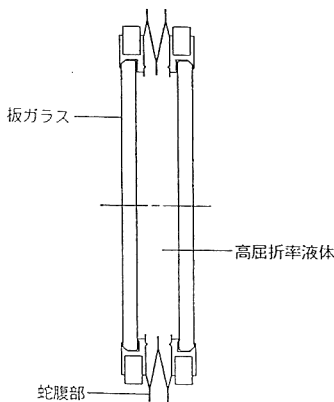
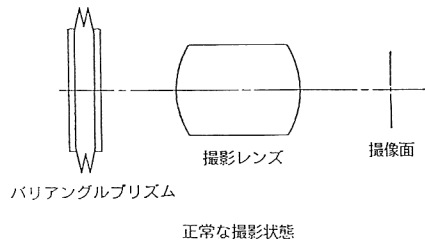
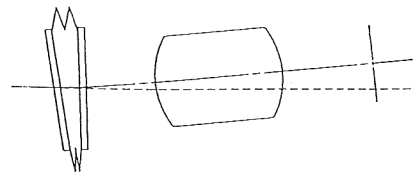


図1 バリエングルプリズム断面図



正常な撮影状態



バリエングルプリズムによるブレ補正状態

図2 バリエングルプリズムシステム防振の原理

負荷の「バリエングルプリズム」を完成させた。VAPにより民生用途のビデオカメラに搭載可能な小型軽量な光学の手振れ防止システムが実現した。

3. VAP による手振れ防止システム

VAP を用いた手振れ防止システムを図3に示す。手振れ角度 (または角速度、角加速度) を検出するプレゼンサー、手振れを補正する VAP、プリズムの頂角を検出する頂角センサー、プリズムの頂角を変化させるアクチュエーター、プリズムおよびシステムを制御するマイクロコンピュータで構成される。

図3のように VAP は撮影レンズの前 (被写体側) に配置される。VAP を撮影レンズの内部に配置した方が VAP は小さくなるが、インナー配置を取らない理由は次のとおりである。フロント配置の場合結像性能を劣化させる要素は、VAP がプリズムとして機能している時の色収差のみである。これに対してインナー配置の場合は色収差に加えて、撮影レンズの中を光線が斜めに通過することによる偏心収差が発生し画質を損なうからである。VAP のインナー配置は今後の課題である。

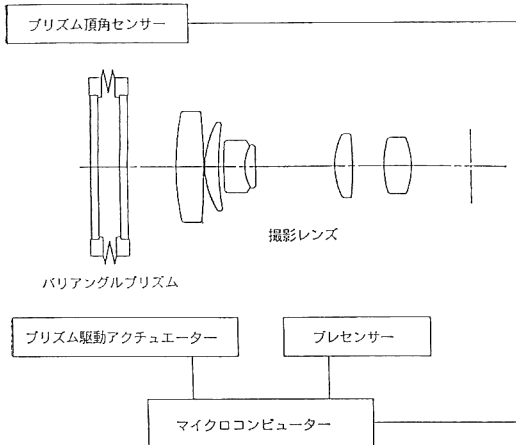


図3 バリエーブルプリズムシステムブロック線図

4. 電子の手振れ防止システム

松下電器、三菱電機、日立製作所、日本ビクターの各社から、電子の手振れ防止システム搭載のビデオカメラが発売されている。

手振れ検知は、プレセンサーによるかまたはビデオカメラ出力の画像信号処理により動きベクトルを求めることによって行っている。

手振れ補正は、ビデオ信号をテープに記録する際に、手振れによって発生した各画面（フィールド）のユレを打ち消すように各画面の切り出し位置をずらすことによって行っている。したがってこのままでは画面周囲の一部に画像のない部分が生ずる。この対策として、画像の周囲に黒枠を表示するか、画面を電子的に拡大して画像のない部分を画面外に追い出すことで対処している。このような補正を行う結果、テレビに表示される CCD の画素数が減ったり、画角が狭くなったりする。また補正方法からわかるように、電子的補正では各画面を露光している間の画像のブレは補正できていない。

5. 光学的システムと電子的システムの比較

両方式の得失を表1にまとめた。手振れ防止効果はほぼ同等である。画質は光学式が勝っている。電子式は1コマの画面自体では手振れを補正できないため、振動的なボケが残り、この影響でフォーカスのハンチングと同様の現象を生ずる。また電子式は、後に述べる手振れ補正角度との関係で、撮影に寄与する CCD 画素数が減少

表1 光学的システムと電子的システムの比較

評価項目	方 式	
	光学的システム	電子的システム
手振れ防止効果	○	○
画 質	○	△
撮影画角	○	△
手振れ補正角度	○	△
大きさ・重量	△	○

し、画質の点で不利となる。撮影画角については電子式は、本来レンズと CCD から得られる画角の中の一部しか表示できず、画角が狭くなるというデメリットを持っている。

手振れ補正角度とレンズの焦点距離については次のような関係がある。レンズの焦点距離を f 、手振れ角度を θ とした時、CCD 上の画像のブレ量は $f\theta$ となり、長焦点ほど画面ブレが目立ち、また同一の手振れ角度に対して CCD 面上で大きな補正量が必要となる。このため電子式では長焦点側を考慮して電子的に大きく拡大しなければならず、本来手振れ防止が必要な長焦点側ほど、画質と手振れ防止の両立が困難となってくる。逆に電子式は短焦点側では小さな拡大率で大きな手振れ角度に対応することができる。一方光学式の場合は手振れ補正角度について原理的な制限はない。画質を損なわずに大きな補正角とすることができる。この結果、自動車からの撮影のような大きなブレが発生する場合にも有効である。VAP の場合色消しを行っていないため色収差が発生するが、実害のない範囲に納まっている。

大きさ、重量に関しては電子式が勝っている。

6. 終わりに

手振れ防止機能により三脚を使わずに手軽に画面ブレのない撮影をすることができるようになった。今後オートフォーカスのように必須の機能となると考えている。

ビデオカメラのオートフォーカス搭載第一号は 1980 年に発売された。以後 12 年間にわたってさまざまな開発、改良がなされてきた。これに対し手振れ防止機能搭載機の発売開始は 1988 年である。まだ日が浅い。各方式とも改良の余地が十分にある。今後のこの分野の発展にご期待願いたい。

(1992年10月1日受理)