

# 揺れ補正付き CCTV ディジタルカラー カメラ TC2200

TC2200 Digital Color Camera with Built-In Electronic Image Stabilizing Circuit for CCTV Systems

大久保 正俊  
OKUBO Masatoshi

内海 智啓  
UTSUMI Toshiaki

桜井 哲夫  
SAKURAI Tetsuo

CCTV(Closed Circuit Television)カメラは店舗、交通、大規模公共施設をはじめ、さまざまな分野で活躍している。その性能は、低照度の夜間から真夏の太陽下の監視までの光量変化に対応しながら、鮮明な画像が再現できることが必須(す)である。

TC2200は、このようなさまざまな用途での使用を可能にした、レンズ一体型のCCTV単板式ディジタルカラーカメラである。高性能DSPの採用、AI自動感度制御やディジタルノイズリダクションの開発など、CCTVカメラとして高性能・高画質を追求した。さらに、光出力を内蔵したこと、画像の長距離伝送が可能となり、CCTVシステムの構築を容易にした。その際、カメラの設置構造物として提案している照明ポールへの取付けを可能にするために、走行車両や風による揺れの影響を抑える電子式揺れ補正回路を搭載した。TC2200は、CCTVシステムのトータルコストの大幅な低減を図りつつ、きめ細かな監視システムの構築を可能にする高性能CCTVカメラである。

Closed-circuit television (CCTV) cameras are applied in a variety of fields including retail establishments, transportation, public facilities, and so on. Because of this variety of applications, it is vital that these cameras can obtain a clear image under various lighting conditions, whether on a clear, sunny day or a moonless night.

The TC2200, a one-chip CCD camera for use in a wide range of outdoor surveillance applications, was developed as a high-performance device equipped with an advanced digital signal processor (DSP), artificial intelligence sensitivity control, and a digital noise reducer. In addition, the optical output of the video signal is highly convenient for a CCTV system connected to an optical fiber network. When this camera is mounted on a lamppost, which are abundant in areas having these types of networks, its built-in electronic image stabilizing circuit prevents distortion due to vibration from passing vehicles and blowing wind.

The TC2200 is a state-of-the-art camera designed with the latest technologies enabling it to obtain finely detailed images, while at the same time providing overall cost reduction.

## 1 まえがき

当社は、光ファイバーを利用した高度CCTVシステムを開発している。その際、カメラ増設経費を抑えるため、カメラ設置ポールとしてカメラ専用ポールを増設するのではなく、照明ポールにカメラを設置することを提案している。照明ポールにカメラを設置するには、カメラの小型化、ポールの揺れによるカメラの画質劣化を抑える揺れ補正機能などが必要である。

これを実現するために、揺れ補正技術を開発し、さらに1/3インチCCD(電荷結合素子)を採用しながら1/2インチCCDと同等以上の性能をもった小型のCCTVカメラTC2200を開発した(図1)。

## 2 製品の概要

TC2200の開発コンセプトは「CCTVカメラとしての小型、高画質、高機能の追求と次世代CCTVシステムへの対応」である。主な機能は次のとおりである。



図1. CCTVカメラTC2200 揺れ補正付きCCTVディジタルカラーカメラである。  
TC2200 CCTV camera

- (1) 小型化
  - 1/3インチ41万画素CCD単板式カメラ
  - 16倍高倍率ズームレンズ一体構造
- (2) 高画質
  - 最低被写体照度 1lx(標準感度時)  
0.01 lx(電子高感度時)
  - 高S/N(50 dB以上)
- (3) 高機能
  - AI自動感度制御

- ・領域選択可能な逆光補正
  - ・電子揺れ補正
  - ・キャラクタ表示(漢字を含み141字)
  - ・遠隔操作用インターフェース
- (4) システム対応

表1に主な仕様を、図2に回路ブロックを示す。

表1. TC2200の主な仕様  
Main specifications of TC2200 CCTV camera

項目	仕様
電源	DC12V ± 0.5V
消費電力	11W
撮像素子	1/3インチ 41万画素 IT-CCDイメージセンサ
解像度	標準時 水平480TV本 垂直350TV本 高感度時(32倍) 水平460TV本 垂直260TV本
最低被写体照度	標準時 1lx (AGC 27dB) 高感度時(128倍) 0.01lx (AGC 27dB)
S/N	50dB以上(標準感度時)
映像出力	VBS1.0V/75Ω不平衡NTSC方式準拠
光出力	伝送信号: VBS信号(約40km伝送可能)
ホワイトバランス	自動追尾/R,Bゲイン手動調整/ワンッシュ自動調整
AGC	0dB~27dBの上限値設定(AGC動作は18dB)
電子高感度	標準感度の2~128倍
電子シャッタ	1/100s~1/10000s
揺れ補正機能	ON/OFF
ディジタルノイズリダクション	ON/OFF
逆光補正	逆光エリア5種類選択可能
蛍光灯フリッカ補正	ON/OFF
文字表示機能	ON(141文字から20文字)/OFF
電子ズーム	OFF~3倍
レンズ	16倍ズームレンズ 4.5mm(F1.2)~72mm(F2.3)
遠隔操作インターフェース	パラレル(REMOTE)端子、シリアル(RS-232C)端子
質量	約850g
外形寸法	幅72mm、高さ82mm、奥行142mm

IT: Interline VBS: Video Burst Sync  
NTSC: 現行テレビ方式

### 3 揺れ補正機能

カメラの設置場所での揺れを補正するため、今回新たに揺れ補正回路を開発した。揺れ補正回路により、カメラが外的要因で揺れた場合のモニタ出力画面での見苦しさを軽減することができる。

#### 3.1 揺れ補正の方式

ビデオカメラの揺れ補正方式は電子式と光学式に分かれる(図3)。電子式には、撮像信号をいったんメモリに書き込み、その一部分をカメラの動きに応じて移動させながら読み出すメモリ制御方式と、カメラの動きに応じてCCDから映像信号を読み出すタイミングを制御するCCD駆動制御方式がある。また、光学式には、カメラの動きに応じてレンズを動かしてその向きを変えるジンバルメカ方式と、プリズムを動かしその光軸を変えるアクティブプリズム方式がある。

揺れの検出方法には、映像信号から動きベクトルを検出する方法と、ジャイロなどの角速度センサを用いて検出する方法がある(図3)。

今回はカメラの小型化を実現し、精度よく揺れを検出できる動きベクトル検出によるメモリ制御方式を採用した。

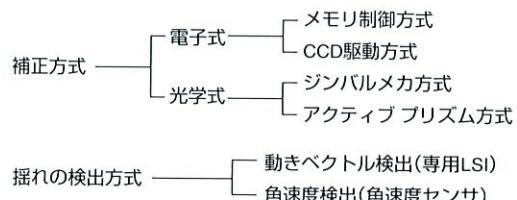
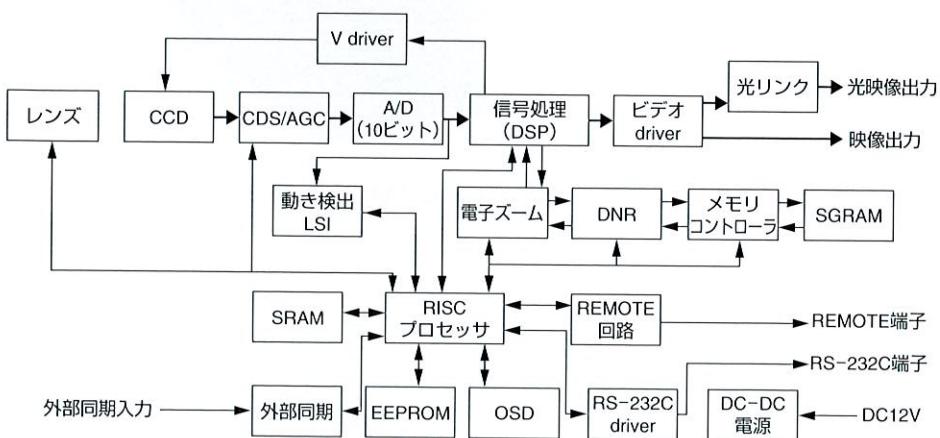


図3. 揺れの補正方式と検出方法 現在までに実用化されている揺れ補正の補正方式と検出方式を示す。  
Classification of detection and compensation in electronic image stabilizing system



CDS : Correlated Double Sampling  
V driver : Vertical-clock driver  
SGRAM : Synchronous Graphic Random Access Memory  
OSD : On Screen Display  
DSP : Digital Signal Processor  
RISC : Reduced Instruction Set Computer

図2. TC2200の回路ブロック図 TC2200の全体回路ブロックを示す。32ビットRISCプロセッサを採用することで機能の高速、同時処理を実現した。

Block diagram of TC2200

### 3.2 摆れ補正の原理

今回採用した揆れ補正の回路構成を図4に示す。カメラの撮像した映像をいったんフレームメモリに書き込み、カメラの揆れた方向と量を動きベクトルとして検出し、その動きベクトルに応じてメモリから映像データを読み出して揆れを補正している。これによりテレビモニタに映し出される映像は、カメラの揆れに影響されずつねにカメラが静止しているのと同じ状態になる。

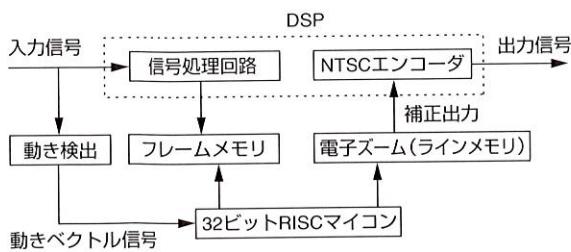


図4. 揆れ補正回路の構成 動きベクトル検出結果に基づき、マイコンで補正量を演算する。  
Block diagram of electronic image stabilizing circuit

動きベクトルの検出は専用LSIで行い、その検出結果を基に、メモリから読み出す補正量をマイコンで演算し求めている。メモリからの読み出しは、垂直方向がフレームメモリの読み出し開始アドレスを、水平方向がラインメモリの開始位置を制御することで実現している。

### 3.3 動きベクトルの検出方法

動きベクトルは、代表点マッチング法を使用して求めている。この方法は、前フィールドの画像信号の代表点が、現フィールドのどこに動いたかを検出領域内で画像信号の相関をとることにより動きベクトルを求めるものである。

検出領域は撮像エリア内に五つ設け、それぞれの領域について動きベクトルを求め、それぞれの動きベクトルからカメラの動きベクトルを判断している(図5)。検出精度はマイコンの演算により垂直方向が0.125ラインで、水平方向は0.25画素を実現した。

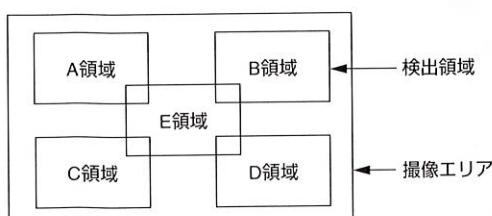


図5. 動きベクトルの検出領域 撮像画面をA, B, C, D, Eの五つの領域に分けて、動きベクトルの検出を行う。

Detection areas on motion vectors

### 3.4 揆れ補正の制御特性

カメラの揆れと通過物体の識別、カメラのパン／チルトの判断を的確に行い、揆れ補正制御の誤動作を防止する必要がある。今回はその判定を、マイコン内でファジー演算を行うことで実現している。揆れ補正の制御特性は、設置条件での振動特性を十分考慮して決定した。

## 4 高画質・高機能化技術

高画質・高機能化の技術について述べる。

### 4.1 AI自動感度制御

夜間などの暗いところでの撮影を実現するために、CCDの蓄積時間を制御する電子高感度方式を採用した。従来の電子高感度制御は、CCDの蓄積時間をフレーム単位で切り替えているため、切替わりポイントで明るさが大きく変わってしまっていたが、今回は電子シャッタを併用することで滑らかな切替わり制御を実現した。

自動感度制御は電子シャッタ、レンズアイリス(絞り)、AGC(Automatic Gain Control)，電子高感度を被写体の明るさ、現在のカメラの制御状態により、撮像した映像の信号レベルが最適となるようを行なっている(図6)。

さらに、AGCのゲイン設定値によってクロマ量、アパートチャ量を制御することにより、映像信号のノイズ量を軽減している。

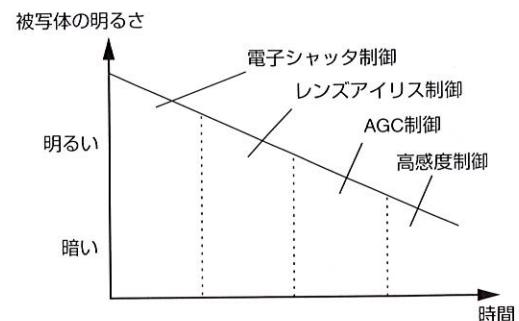


図6. 感度の制御方法 時間とともに被写体の明るさが暗くなっていく場合の、感度制御の移り変わりを示す。

Intelligent automatic control sequence of sensitivity

### 4.2 DNR(Digital Noise Reduction)回路

CCTVカメラとして、CCDの長時間蓄積とメモリを組み合せた電子高感度は、きわめて有効とされている。この方式では、長時間蓄積によって低域変換されたY/Cのノイズ成分抑圧のために、NRが用いられている。従来、このNRには帰還量一定の巡回型DNRが多く用いられており、CCDの長時間蓄積による残像にDNRによる残像が加わり、車の走行などの動く被写体の監視には不向きであった。

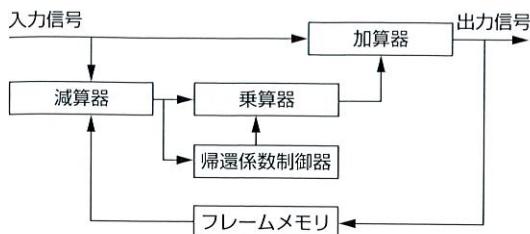


図7. DNR回路ブロック 現フレームと1フレーム前の差分で帰還係数を制御している。  
Block diagram of digital noise reduction circuit

新開発の動き適応型DNRは、映像信号のフレーム間の差分から被写体の動きを判別し、感度などカメラの各種パラメータによる帰還量の最適化によって、DNRによる残像の発生を抑えた(図7)。

動体 ⇄ 静体

帰還量 小 ⇄ 帰還量 大

(残像抑圧優先) (ノイズ抑圧優先)

残像が少ないために、CCDの長時間蓄積を行わない標準感度時にもDNRが動作可能となり、1/3インチカメラにおいて1/2インチに匹敵するS/N 50dB以上を達成した。

#### 4.3 白きず抑圧回路

CCDの長時間蓄積によって感度を上げるために、CCDの白きずが数多く発生し目立つようになる。

新開発の白きず抑圧回路は、映像信号から画素ピッチの細いひげ状の成分をトラップする機能フィルタによって白きずを抑圧する。映像信号と白きずの誤検出による画質劣化は、高感度時の画質を考慮すれば影響は少ない。

この回路は白きずの個数や位置を記憶する制約がなく、カメラの周囲温度、感度やCCDの経時変化による白きず、特に電子高感度時に顕著な白きず抑圧に効果的である。

この回路によって、2秒間の長時間蓄積を可能とし、単板カラーカメラでは最高水準の最低被写体照度10 mlxを達成した。

#### 4.4 光出力

広域監視CCTVシステムではカメラ映像信号を長距離伝送するために、光伝送が一般的に用いられている。今回、超小型のPFM(Pulse Frequency Modulation)光リンク基板を開発し、カメラに内蔵した。直接カメラから光出力をを行うことで、従来、光送信機を収納していた制御箱(機側箱)が不要になったり、小型化することが可能となった。光出力の仕様を表2に示す。

#### 4.5 カメラ操作用インターフェース

使用頻度の多いレンズのフォーカスやズーム、ホワイトバランスの調整などは、カメラ背面のスイッチ操作で行えるようにした。一度設定してしまうと、あまり変更しない電子高感度、測光エリア、キャラクタ表示などは、画面メ

表2. 光出力の仕様  
Specifications of optical output

項目	仕様
光変調方式	PFM-1方式
発光素子	レーザダイオード
発光波長	1.3μm
発光レベル	-7dBm以上
適合光ファイバ	SM・10/125, GI・50/125
適合光コネクタ	SC型
ケーブル長	最長約40km(標準タイプRx) 最長約50km(長距離タイプRx)

SM: Single Mode GI: Graded Index  
SC: Single fiber coupling optical fiber connector

ニューにまとめ、誤操作がないように配慮して設計した。

しかし、CCTVカメラは一度設置してしまうと、カメラへは人の手が届きにくく、触って操作することは難しい。そこで、TC2200には、パラレル／シリアル両方の遠隔操作用インターフェースを用意した。

パラレルインターフェースは、レンズのフォーカスやズーム、ホワイトバランス、電子感度設定などを簡単なスイッチ操作卓で設定できるようにした。

シリアルインターフェースはRS-232Cを用い、画面メニューすべての項目とカメラ背面スイッチ内容をパソコンコンピュータから操作できるようにした。

## 5 あとがき

CCTVカメラは、人間の目と同様に見える、あるいは、人間の目が見えないところも見える性能が必要である。

この視点に立って、TC2200は、高画質・高機能を追求するとともに、光ファイバ網を用いた次世代CCTVシステムを構築するために、電子式揺れ補正や光出力を搭載した。

今後は、TC2200をコアとしたCCTVシステムの完成に向け、高機能カメラハウジングや超小型旋回装置など周辺装置の開発・製品化を行なっていきたい。

大久保 正俊 OKUBO Masatoshi



ディジタルメディア機器社 深谷映像工場 カメラ機器部主務。CCTVカメラの開発・設計に従事。映像情報メディア学会会員。

Fukaya Operations-Visual Products

内海 智啓 UTSUMI Toshiaki



情報・社会システム社 日野工場 通信応用システム部深谷映像工場駐在。  
CCTVカメラの開発・設計に従事。

Hino Operations

桜井 哲夫 SAKURAI Tetsuo



東芝エー・ブイ・イー(株)第一事業部シニアエンジニア。  
CCTVカメラの開発・設計に従事。

Toshiba AVE Co.,Ltd.