

マルチウィンドウの新シリーズ

*1 遠藤 幸一(えんどう こういち)

*1 井上 彰紀(いのうえ あきのり)

*1 宮川 道明(みやがわ みちあき)

*2 白水 康之(しろみず やすゆき)

① まえがき

富士ビデオセンサ「マルチウィンドウ」は、発売以来さまざまな産業分野で、非常に多くのユーザーに御愛顧をいただき、多数の実ラインで稼動している。これらの納入実績を背景に蓄積されたユーザーニーズのもとに、ファクトリーオートメーション化に適応し、かつ適用範囲を拡大するため、マルチウィンドウの新シリーズ(MW-2000シリーズ)を開発・製品化した。

新シリーズのマルチウィンドウは、マルチウィンドウ MWA-11形を基本に多くの改良と機能拡張を行ったものである。しかも、新シリーズも対象物の変更や目的・用途の変更に対して融通性が高く、ユーザーで容易にプログラムできるフレキシブルな汎用視覚装置であるという基本的な性格は全く同じである。以下にマルチウィンドウの新シリーズの機能・仕様について紹介する。

② マルチウィンドウMW-2000シリーズの全体構成

マルチウィンドウは、対象物形状のパターンを認識し、良否判定、仕分け、分類、位置、寸法などの判断処理を行う装置である。マルチウィンドウの新シリーズは、良否判定を高速に実行するシリーズの基本形である MW-2000形を中核とし、仕分け・分類を行うクラス分けタイプ MW-2100、複数台のテレビカメラ（以下、カメラと略称）が接続でき多くのシーン（画面）が判定できる多画面マルチウ

ィンドウ MW-2600、超高速移動物体や高速処理に適用できる高速マルチウィンドウ MW-2200で構成される。そのほか、これらに搭載可能なオプションシリーズを用意しており、多種多様なニーズに適応できるよう準備されている。図1に MW-2000シリーズの全体構成を示す。

③ マルチウィンドウの基本動作

マルチウィンドウの各形式に共通的な基本動作を記す。

マルチウィンドウは、カメラ（固体カメラ）とマイクロコンピュータ並びに画像処理専用ハードウェアで構成される。図2に MW-2000の外観を示すように、判定装置本体に、各種設定用キーボードと各種表示用のモニタテレビが内蔵されたコンパクトタイプである。検査システムへの適用を例として、図3に全体システムを示す。

装置の原理について述べる。まず、標準サンプルをカメラ視野内の適切な位置にセットし、カメラにより標準画像をとらえる。次いで、装置によってディジタル化した画像（2値化画像）を基準として、対象物の良否判別や仕分け、分類ができる画像の急所部に多数個のウィンドウ（検査領域）を設定し、ウィンドウごとに判定基準値を設定する。例えば、7セグメント文字の読取り、検査には、図4のように1文字当たり7個のウィンドウを設定すればよい。

次に対象物がくると、カメラ信号を2値化し、ウィンドウ内の面積を計測し、判定基準と比較して、良否判定やクラス分けなどを高速に実行する。更に、ニーズの必要性により、ウィンドウごとの個別面積判定だけでなく、二つのウィンドウ間の面積の和又は差に対する判定、すなわち相關判定も実行できる。

図1 マルチウィンドウの新シリーズ全体構成

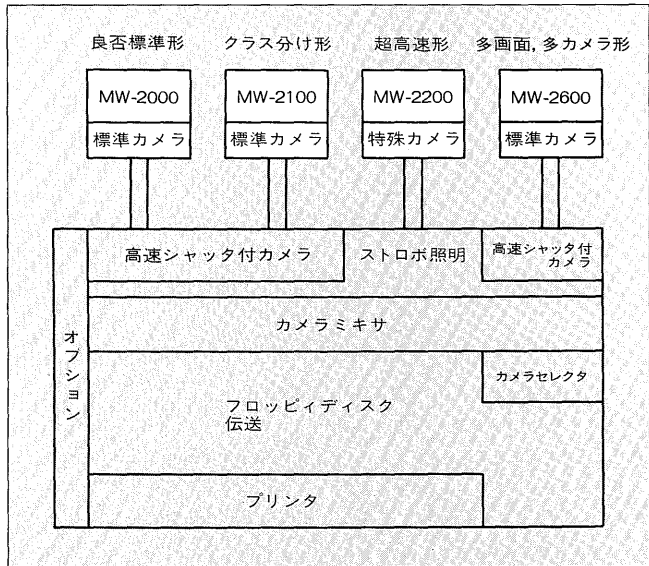
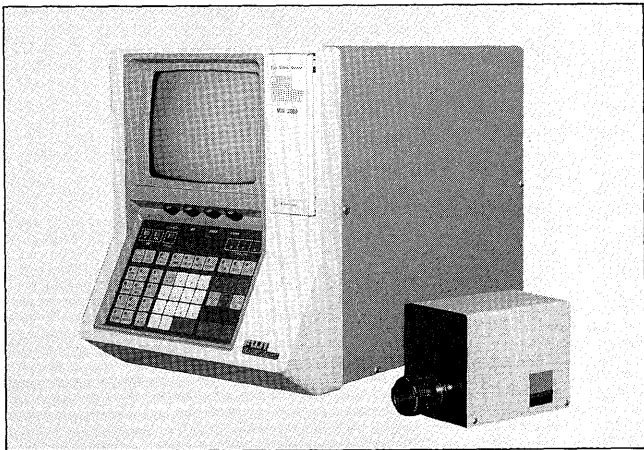


図2 MW-2000の外観



*1 東京工場 メカトロ機器部

*2 (株)富士電機総合研究所 ビジョンシステム開発部

図3 全体システム例

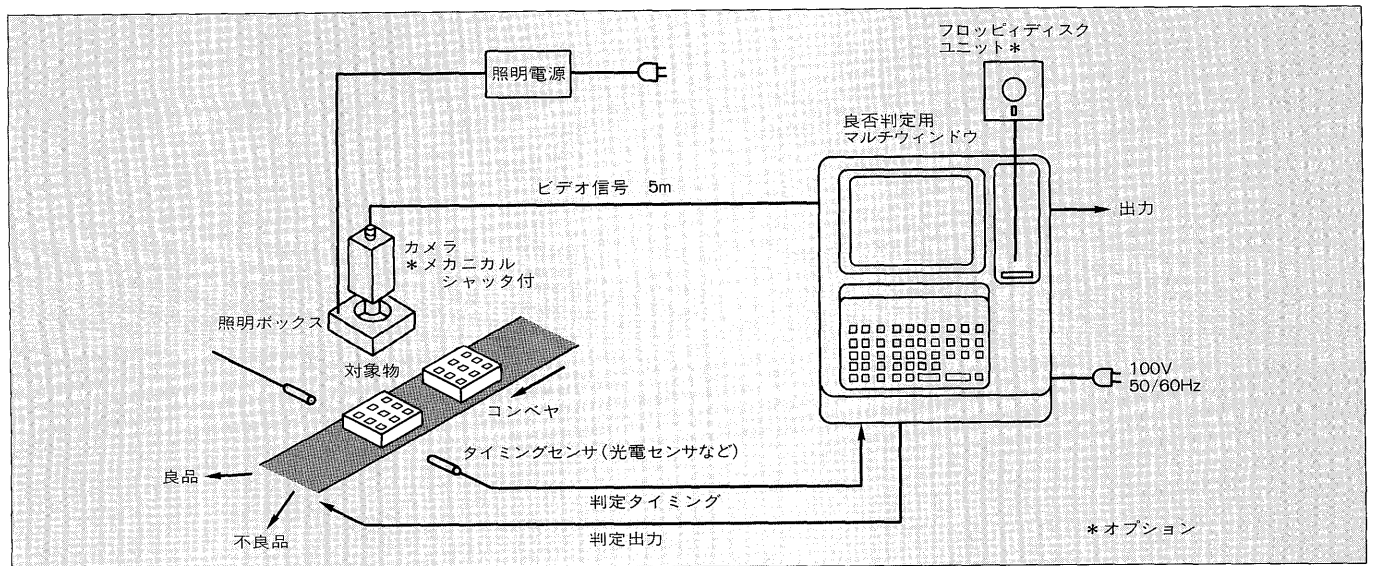


図4 7セグメント用ウィンドウの設定例

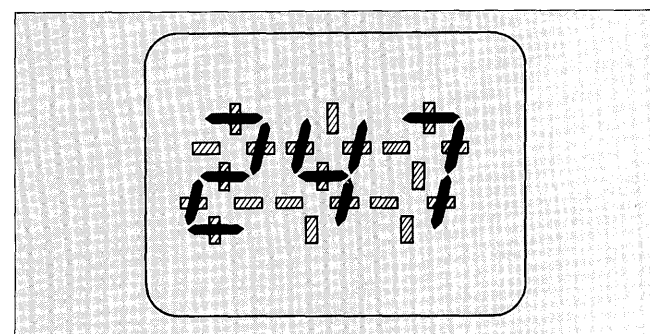
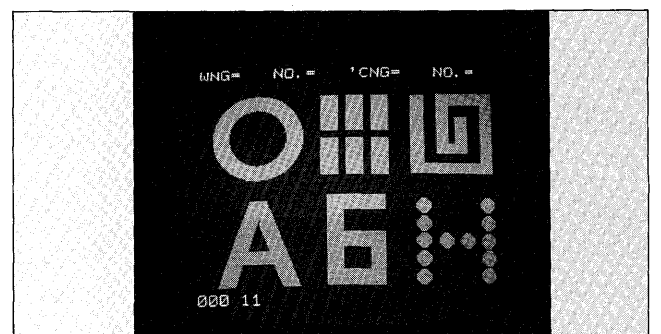


図5 ウィンドウ形状の例



以上が判定原理であるが、マルチウィンドウの機能として、良否やクラス分けのほか、位置、位置ずれ量、寸法、面積、傾き、方向、読取りなどができる。

判定に関するパラメータをユーザーに解放し、ユーザー側で目的・用途・対象物に応じて自由に設定操作を行うユーザープログラム方式を採用している。したがって、同一装置で異なる対象や異なる用途、使用目的に柔軟に適應できる。プログラムといっても、キーボードによる会話形で、メニュー選択方式となっており、だれでも容易に操作できる。

4 特長と機能

マルチウィンドウは、汎用性、適應性、実用性、使いやすさ、高速処理、經濟性など数多くの特長をもっている。以下に技術面から見た共通の特長的機能について記す。

4.1 ユーザープログラマブルな判定方式

ウィンドウの形状、大きさ、位置、判定基準、更には相關判定の有無など、判定に必要なパラメータはすべてユーザーに解放し、ユーザーで自由にプログラムできる方式を採用している。したがって、判定対象や判定方式の変更に

対して柔軟に對應できる。プログラムといっても、特殊な言語は一切使用せず、操作は非常に容易である。

4.2 多数個のウィンドウが設定でき形状も任意

最大99個もの多数個のウィンドウが設定でき、すべてのウィンドウでの判定を実行する。また、ウィンドウの形状も図5に示すように、三角、四角、円形、ループ形、任意多角形など種々のものが用意され、ウィンドウの位置は自由な場所に設定できる。したがって、ウィンドウの形、位置、数、大きさなどを組み合わせれば、種々の対象物に柔軟に適應できる。更に、任意形ウィンドウが設定できるので、判定対象物の形状によくフィットしたウィンドウが形成でき、高精度の判定ができる。

4.3 個別ウィンドウ判定と相關判定が可能

判定方式は、個別ウィンドウ判定のほかに、二つのウィンドウ間の相關面積値(加減算選択)に対する合否判定を行う相關判定をもっている。相關判定は任意のウィンドウペア16組まで実行できる。相關判定を利用すれば、傾き、位置ずれ、偏心度、寸法検査などが容易に高精度に判定できる。もちろん、個別ウィンドウ判定と相關判定とを混在させることもできる。

4.4 判定基準は自由、かつ独立して設定可能

判定基準は、ウィンドウごとに独立して自由に設定でき、ユーザーの意志を確実に反映できる。

4.5 対象物の濃淡に応じた簡易濃淡処理が可能

カメラに対し、しきい値レベルの異なる2値化回路が4チャンネル用意されており、対象物の濃淡に応じた適切な画像を抽出する簡易濃淡処理が可能である。更に、対象物の場所による濃淡変化があっても、最適な処理画像が得られるように、ウィンドウごとに任意のチャンネルの2値画像が選択できる。この機能により、対象物の適応力が著しく広くなり、かつ高精度判定できる。

また、各チャンネルのしきい値レベルは独立で、256段階に調整できる。調整はキーボードで行うが、フロッピーディスクをもてば、フロッピーディスクのデータにより、品種に応じた設定変更ができる。

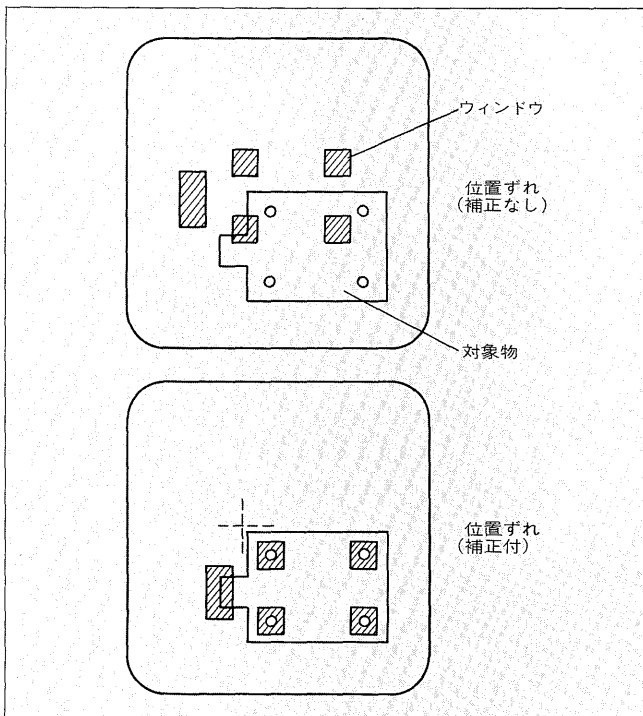
4.6 高性能、長寿命の二次元固体カメラを使用

画像センサは、最新の半導体技術を駆使した二次元固体カメラを採用し、高性能、長寿命、無残像、小形であるとともに、高安定、高信頼性を重視したものである。したがって、非常に安定した画像が得られ、判定も非常に安定している。

4.7 移動物体に適応した機能を装備

対象物が搬送系の影響により、所定位置からずれることがあった場合でも、装置自身が位置ずれ量を検出し、位置ずれを補正して正規位置での判定と同等となる位置補正機能を用意している。図6に位置補正機能の説明図を示す。

図6 位置補正機能説明図（位置ずれが発生した場合）



また、産業用の多くは対象物がベルトコンベヤなどで連続搬送されてくるが、高速移動物体に対しても静止状態と同等の判定結果が得られるよう、固体カメラに高速度シャッタが用意されている。必要により、ストロボ照明とすることもできる。

4.8 高速処理

本装置は高速処理ができ、最大700~1,300個/分(形式により異なる)の処理能力をもっている。

4.9 豊富なオプション機能とFMS対応技術を装備

マルチウィンドウの対象物が多品種あるとき、各種設定値を適用品種分記憶し、マルチウィンドウ本体に自動設定させるためにフロッピーディスクユニットが用意されている。また、マルチウィンドウとホストコンピュータ間を接続し、マルチウィンドウで計測された面積値や位置補正データなどを伝送する伝送機能も用意されている。更に、フロッピーディスク機能と伝送機能を結合することにより、ホストコンピュータの品種指示で、マルチウィンドウの各種設定値を該当品種に切り換えることができる。

更に、ウィンドウごとの面積値などの多量のデータや日報(総生産数、不良数など)の記録をプリントアウトすることもできる。

⑤ 良否判定用マルチウィンドウ MW-2000

本形式はマルチウィンドウ MW-2000シリーズの根幹をなすもので、原則的にはカメラ1台と判定処理部1台とで使用し、検査対象物の良否検査をする。処理能力は最大700個/分である。表1に標準仕様を示す。

各種外観検査、文字・印刷検査、欠品・姿勢検査、組合せ検査、ハンドリング座標検出、寸法検査などに利用される。これらの用途では対象物の移動速度は20~60m/分が多く、高速シャッタ付カメラがよく利用される。

⑥ クラス分け用マルチウィンドウ MW-2100

対象物の種類、階級などに応じた分類を行う機能を持ち、カメラと判定処理部は1:1で使用するのを原則とする。対象物をあらかじめ登録しておいた基準に従い、どのグループに該当するかを判定し、その分類信号を出力する。文字の読取り、包装品の表示文字・記号による仕分け、農産物の階級分けなどに利用される。表2にクラス分け機能部の仕様を示し、表1に一般仕様を示す。

⑦ 高速マルチウィンドウ MW-2200

対象物の移動速度が100~600m/分程度の超高速で移送されるケースや、処理能力がMW-2000の能力を超える800~1,300個/分を要求されるニーズがある。例えば、印刷シート、フィルムシートの汚れ、印刷ずれ検査や、瓶・食

表 1 MW-2000, 2100, 2200の一般仕様

項 目	仕 様		
形 式	良否判定用MW-2000	クラス分け用MW-2100	高速用MW-2200
画面分割	H255×V220(有効画面)		
ウィンドウ設定数	99個(max)		32個(max)
判定パラメータ	面 積		
処理能力	最高700個/分		最高1,300個/分
判定時間	0.08～0.12秒(ウィンドウの形と数による)		0.045～0.08秒
ウィンドウ形状	円形, ドーナツ状, 任意多角形(16角以内)		
位置ずれ補正機能	XY方向位置ずれ補正機能付		
モ ニ タ	使用ブラウン管：9インチ白黒, 内蔵形, 外部モニタ接続用端子付		
自己診断機能	内蔵：メモリ異常, シフト異常, ヒューズ断, バッテリー異常, カメラ異常		
シフトレジスタ	内蔵：シフト数 0～15(可変)	——	内蔵：シフト数 0～15(可変)
バッテリーバックアップ	RAM内容保護, 停電保持 45日, 充電時間 24時間		
出力信号	判定結果出力, 装置異常出力, トランジスタオープンコレクタ, DC24V 負論理パルス		
入力信号	判定開始信号, シフト信号, DC12V 10ms以上パルス		
電源入力	100V 50/60Hz 250VA		
許容電圧変動	±10%		
許容周波数変動	±1Hz		
使用周囲温度・湿度	5～35℃, 85%以下(結露しないこと)		
絶縁耐電圧	1,000V 1分間		
冷却方式	強制空冷		

表 2 クラス分け機能仕様

項 目	内 容	
クラス分け設定	1画面中の対象物数	最大 4個
	ク ラ ス 分 け 数	最大 32クラス/対象物 (ただし, 対象物数により異なる)
	ウィンドウ数/クラス	最大 16個 (ただし, 対象物数により異なる)
	関連設定ペア/画面	最大 32組
	設定値のバッテリーバックアップ	バックアップ期間 標準1,000時間
クラス分け判定	判 定 処 理 時 間	ウィンドウ形状, 対象物, クラス数, ウィンドウ数/クラスなどにより異なる。 (例：対象物数=2, クラス数=20, 8ウィンドウ/クラスの場合 typ.=150ms)
	ク ラ ス 分 け 格 外	格外はクラスNo.0を割り当てる。 (クラス分けの数はクラスNo.0を含む)
	類 似 度	クラス分けの候補が複数有る場合, 類似度を用いてそのうち一つだけをクラス分け結果として選ぶ。

品容器関係の検査などにこのようなニーズは多い。

富士電機では、このような超高速移動物体に対し、ストロボ照明と特殊カメラを用いて瞬時に静止画像化するとともに、画像取込時のタイミングずれによる位置ずれ量を実質的になくす新技術を開発した。また、高速処理のため新しいアーキテクチャとアルゴリズムを開発し、これらを結合して高速マルチウィンドウ MW-2200を製品化した。仕様は高速移動・高速処理対応以外は MW-2000と同等で、表 1 に主な仕様を示す。本装置は、特殊カメラ 1 台と判定処

理部 1 台の組合せで使用する。

⑧ 多画面・多カメラマルチウィンドウ MW-2600

外観検査内容も多種多様になるにつれて、検査対象物の複数箇所を高速に検査したり、非常に高い分解能で検査をする要望が多くなってきた。複数箇所検査は、例えば各種商品の包装ケースの多面同時検査、ラベルの表裏同時検査、容器の全周同時検査、自動車部品の検査などで代表される。また、広い面積を高い分解能でみる例では、プリント板実装検査、印刷不良検査などがある。これらのケースでは、観測すべきシーン（視界）の数が多くなり、今まで述べてきた装置ではシーンの数だけのセット数が必要で経済的に成り立たないケースが相当数ある。

そこでマルチウィンドウの処理能力の高速性を利用して、多シーン（多画面）の判定を 1 台の判定装置により時分割で実行するものである。MW-2600は 8 画面又は16画面の判定が可能で、しかも、判定は画面ごとに独立して高速に切り換わるので、いわば 8 台又は16台分の処理ができる。更に、最大 4 カメラの接続可能なカメラセレクトユニットと組み合わせると、カメラと画面との組合せが自由となっているので、汎用性かつ経済性の高い装置である。

1 台のカメラで多シーンを観測する例としてプリント板検査を考えると、カメラ移動により観測点によって画像が図 7 のよう変化する。しかし、2 値化レベル、位置補正、ウィンドウ設定、判定基準などが各画面ごとに独立して自由に設定できるので、各観測シーンに最適な設定が、例え

図 7 1 カメラ，多画面，高分解検査例

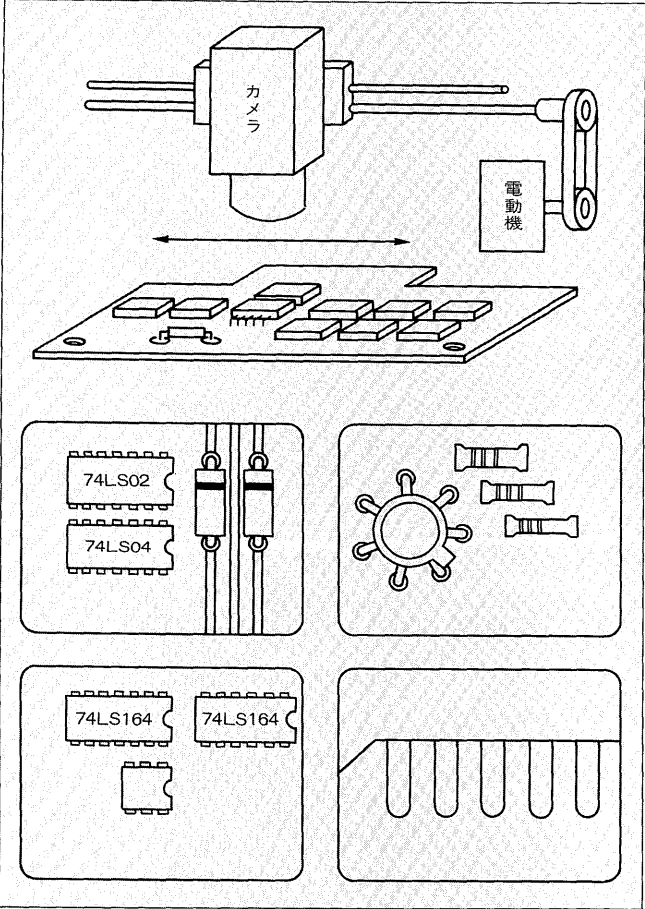
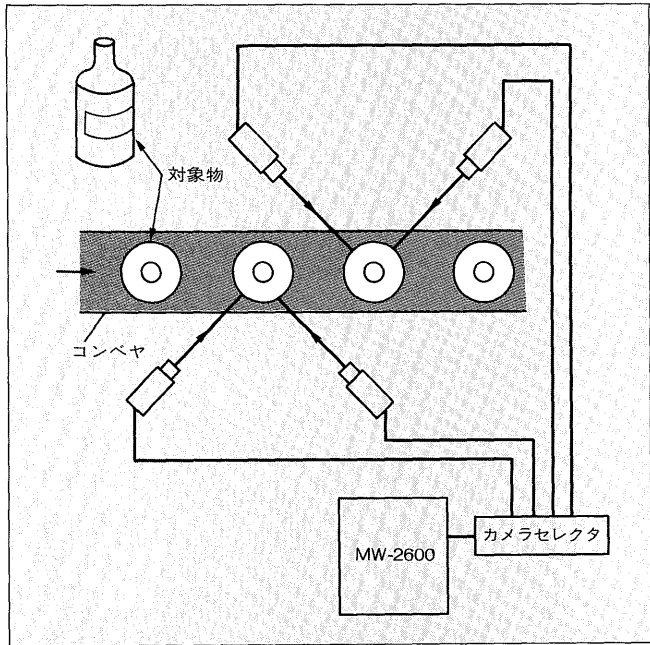


図 8 丸ボトル 4 方向全周検査例



ば16画面分できる。したがって、適切な分解能で広い面積を適切に判定できる。

また、多面体観測の例では、カメラセレクトユニットとカメラ 4 台を使用して、**図 8** のように 4 方向から観測して 4 シーンの画像を取り込み、これら画像に対し各シーンに対して設定した各種判定条件を 4（～16）画面使用して、

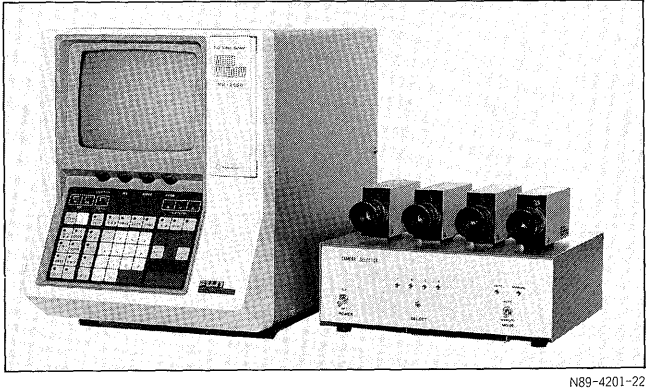
表 3 多画面マルチウィンドウ MW-2600の仕様

項 目	仕 様
画面分割	H255×V220(有効画面)
ウィンドウ設定数	32個(max)/画面
ウィンドウ画面数	8画面/16画面
相関判定設定数	16組/画面(max)
判定パラメータ	面 積
処理能力	最高700個/分
判定時間	0.07～0.12秒(ウィンドウの形と数による)
ウィンドウ画面 切換方式	ランダム切換 サイクリック切換
ウィンドウ形状	円形，ドーナツ状，任意多角形(16角以内)
位置ずれ補正機能	XY方向位置ずれ補正機能付
モ ニ タ	使用ブラウン管：9インチ白黒，内蔵形 外部モニタ接続用端子付
自己診断機能	内蔵：メモリ異常，ヒューズ断， バッテリー異常，カメラ異常
バッテリーバック アップ	RAM内容保護，停電保持 45日 充電時間 24時間
出力信号	判定結果出力，装置異常出力 トランジスタオープンコレクタ DC24V 55ms負論理パルス
入力信号	判定開始信号：20ms ウィンドウフレーム(画面)選択信号：20ms サイクリック信号，カメラNo.指定信号：20ms DC12V 20ms以上パルス

表 4 カメラセレクトユニットの一般仕様

項 目	内 容
接続カメラ台数	4台(max)
カメラ切換方式	自動モード/手動モード
電 源	AC100V±10% 50/60Hz 1φ
消費電力	35VA
動作温度	5～35℃
湿 度	～85%以下 結露しないこと
外形寸法	340mm(幅)×127mm(高)×310mm(奥)
重 量	約6kg
環 境	著しく振動，じんあい，磁界，電気ノイズ， 有害ガスのないこと。

図 9 MW-2600，カメラセレクト，標準カメラの外観



N89-4201-22

多面体検査を行う。

更に、カメラにより取り込んだ一つのシーン画像に対し、

表 5 MW-2000, MW-2200のフロッピーディスク仕様

項 目	内 容
フロッピーディスク ドライバ装置	倍トラック (135TPI) 両面倍密度 (2DD) マイクロフロッピーディスク (3.5インチ)
ファイル内容	位置補正設定データ ウィンドウ設定データ 白/黒反転データ 2値化レベル設定データ 判定基準設定データ シフト数設定データ
ファイル登録方式	本体キーボードとCRTによる対話形
ファイル記録方式	二重ファイル構造
ファイル読取り方式	二重ファイル照合方式
ファイル数	(フロッピーディスク1枚当たり) 標準形: 25ファイル (typ.ウィンドウ条件)* ただし、ウィンドウ形状により異なる。
転送時間	概略 10秒 (typ.ウィンドウ条件)* ただし、読取りエラー回数により異なる。 読取り打ち切り時間は1分とする。

* typ.ウィンドウ条件とは、ウィンドウセグメント数約1,100のウィンドウ形状

表 6 MW-2600の伝送仕様

項 目	内 容
通 信 方 式	半二重
伝 送 形 式	RS-232-Cに準拠 (JIS C 6361)
同 期 方 式	調歩同期 1バイト当たり スタート1ビット データ8ビット ストップ1ビット パリティなし ベースバンド
通 信 速 度	600, 1,200, 2,400, 4,800, 9,600(ビット/秒) 選択可
接 続 方 式	コンテンション方式 (1:1方式)
応 答 方 式	ACK NAK方式
伝 送 手 順 の 設 定	相手からの制御コードによる反応
伝送データの内容	全ウィンドウの面積データ 指定ウィンドウの面積データ 位置補正, X, Y方向検出座標データ 判定結果 各ウィンドウごとの良否 相関ウィンドウの面積 フロッピーディスクのファイル数 ※
ア ラ ー ム NOT READY	所定時間待ってもBUSYである(回線未接続など)。 同じデータを所定回再送した(再受信)が、連続してエラーが発生した。 所定フォーマット以外のデータを設定

※指定されたフレームごと

2 値化レベルやウィンドウ形状などを変えて、複数画面の判定を行うこともできる。もし、8 画面をすべて 2 値化レベル設定のみ変えて使用したとすると、1 画面に対し 2 値化は 4 チャネルもっているの、32レベルの濃淡に対応することもできる。

このように、カメラの番号、2 値化レベル、位置補正、ウィンドウ設定、判定基準などが自由に組み合わせられるので、組合せによって非常に興味深い利用技術が生まれる。

表 3 に MW-2600 固有の仕様を、表 4 にカメラセレクト

ユニットの標準仕様を、図 9 に外観を示す。

9 代表的なオプション機能

9.1 高速シャッター付カメラ

高速で搬送される対象物の画像を静止化して、静止状態と同等の鮮明な画像を得るカメラである。約1/1,500秒のシャッター速度をもつカメラで、通常コンベヤの速度には十分適用できる。通常光照明が利用できるので、照明設計が容易であるなど利点が多い。

9.2 フロッピーディスク

1 台の判定装置で多品種を判定することが多いが、フロッピーディスクに、それぞれ専用のウィンドウ、判定基準など全設定値をファイルしておき、品種切換による段取り時間の短縮や、判定条件の管理のしやすさを図ることができる。判定装置内に、3.5インチマイクロフロッピーディスクが装備される。表 5 に MW-2000, MW-2200 共通の仕様を示すが、MW-2100 や MW-2600 用はファイル内容が異なるだけで、ほぼ同様である。

9.3 伝 送

FMS 対応としてマルチウィンドウをロボットハンドリングや XY テーブルの制御に応用できる。また、要求があれば、フロッピーディスクと結合して品種設定切換を、ホストコンピュータにより行うことも可能である。伝送方式は、RS-232-C に準拠している。表 6 に MW-2600 用の仕様を示すが、他形式もほぼ同様である。

9.4 カメラミキサユニット

2 台のカメラ (高速シャッター付可) 画像を、垂直方向・水平方向に一つの画面として合成する機能をもつ。それぞれ垂直方向、水平方向に合成するポジションは自由に設定可能である。離れた 2 点の観測などに利用される。

10 あとがき

外観検査の多様化、高速化へのニーズに対応するマルチウィンドウの新シリーズについて概説した。シリーズ化を完成し、更にマルチウィンドウの適用範囲は拡大されることが期待される。今後も、ユーザー各位の御要求を積極的に取り入れ、更に使いやすく適用範囲の広い検査システムを提供してゆきたい。

参考文献

(1) 宮川道明・小平俊実：フレキシブル視覚ロボット マルチウィンドウ形富士ビデオセンサ、富士時報、55, 12, pp. 813~818 (1982)

(2) 宮川道明ほか：富士ビデオセンサ「マルチウィンドウ」の拡張機能、富士時報、56, 9, pp.596~600 (1983)



＊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。