# 視覚認識装置付きFICマウンタの開発

# Development of FIC Mounting Machines with Vision System

電子機器の小形・軽量化,高機能化に伴い,半導体素子の高集積化,プリント基板への高密度実装化が積極的に図られている。これに対応するため、半導体素子は面付実装形パッケージに移行しつつあり、更に多ピン化の傾向にある。一方、実装技術もこれらに対処するため、高精度な搭載機が望まれていた。

今回、FICを高精度に搭載するマウンタを、新しい認識アルゴリズムをもった視覚を開発することにより製品化することができた。この視覚認識装置付きFICマウンタは、100ピン、0.65ピッチのFICを $\pm 0.05$ mmの精度で搭載できるものである。

过 征 郎\* Masao Tsuji 富 田 友 哉\* Tomoya Tomita 藤井健二郎\* Kenjirô Fujii 鈴 木 健 司\*\* Kenji Suzuki

#### 11 緒言

電子機器の小形化,軽量化,高機能化に伴い,半導体素子の高集積化,プリント基板への高密度実装化が積極的に図られている。これに対応するため、半導体素子パッケージは面実装可能な形状に移行しつつあり、更に多ピン化の傾向にある。一方実装技術では、多ピン、狭間ピッチのFIC(フラットパッケージIC)を高精度に搭載することが要求され、これを実現するための自動搭載機の出現が望まれていた。

今回、FIC搭載用の新しい認識アルゴリズムを開発することにより、高精度な視覚認識装置付きFICマウンタを開発することができたので、以下その内容について紹介する。

#### 2 視覚認識装置付きFICマウンタの概要

図1にICパッケージの動向を示す。高密度実装パッケージよりも面実装形パッケージの適用率が増大することが分かる。図2はゲートアレーやLCD(Liquid Crystal Display)ドライバコントローラなどに使われている100ピンFICの外形図 $^{10}$ で,リード間ピッチは0.65mmであり,最近は0.508mmのものも出始めている。このような狭間ピッチのFICを自動搭載するときの搭載精度は, $\pm 0.05$ mm程度必要であり,これを達成するため,基板のセットずれやパターンずれを認識し,更にFICの吸着状態を認識し,X, Y,  $\theta$ を補正する視覚認識装置付きのFICマウンタを開発することにした。

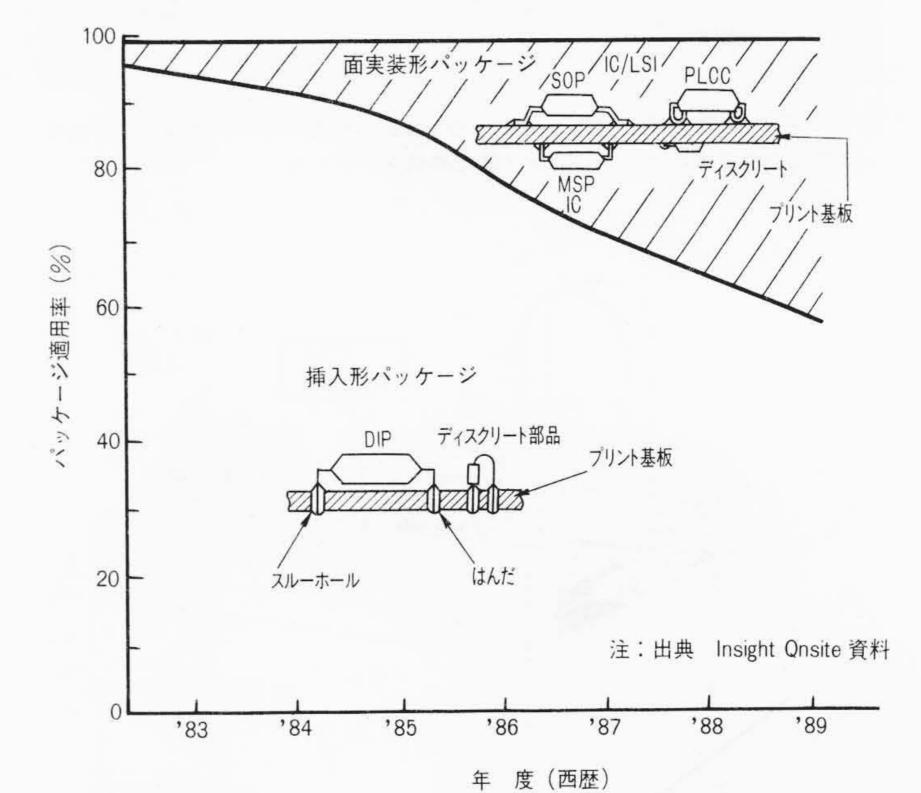
**図3**はFICマウンタの外観を示し、**表1**に代表機種であるFPP(Flat Package Plastic)専用マウンタの仕様を、**図4**に寸法図を示す。

FICの吸着から搭載までの工程を説明すると,

(1) あらかじめ教示された搭載パターン上に、基板パターン 認識用カメラを移動し、正しい搭載位置を計測する(複数の搭載の場合、全点計測補正か、1点だけ計測かを選択できる)。 (2) 次にFICを吸着し、メカ求心機構によりヘッド中心に近づける。ヘッド中心と吸着されたFICの中心とのずれ量をFIC吸着が記識用カメラで計測し、X、Y、 $\theta$ の補正を行なう。

(3) 補正された搭載位置へ、FICを位置決めし、搭載する。

以上の工程により搭載を完了するが、高精度でしかも高速 搭載を実現するには従来の視覚認識方式では満足することが できず、新しい視覚認識アルゴリズムの開発が必要となった。 以下、今回開発したFICマウンタ用視覚認識装置について述べ る。



注:略語説明 SOP(Small Outline Package), PLCC(Plastic Leaded Chip Carrier), MSP(Mini Square Package), DIP(Dual in Line Package)

図 I ICパッケージの動向 高密度実装ニーズに伴い, 面実装形パッケージの適用率が大幅に増加する。

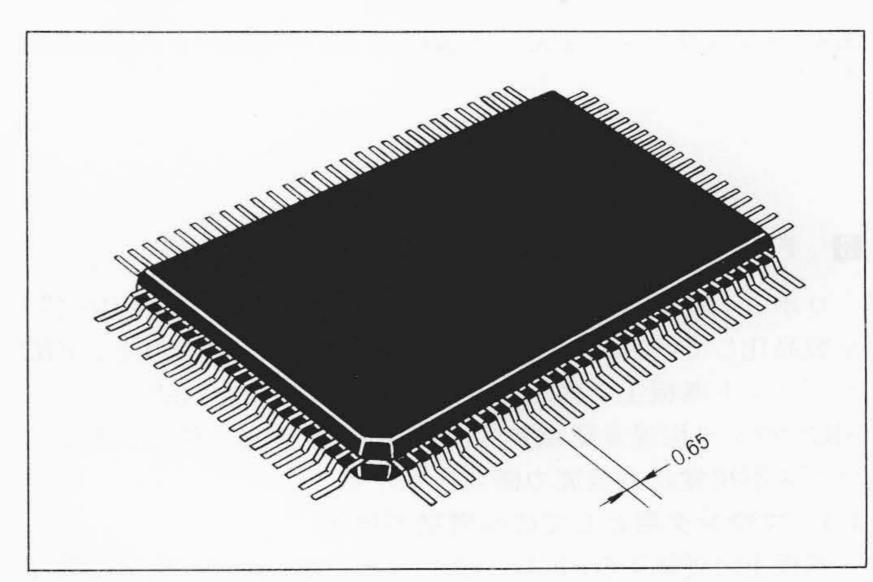


図 2 100ピンFICの外観 FICマウンタの対象部品である日立製作所製 FP-100の外形図である。

<sup>\*</sup> 日立製作所習志野工場 \*\* 日立製作所生產技術研究所



図3 FICマウンタ外観 FICマウンタの外観図を示す。高精度位置決めが可能な直角座標ロボットと認識装置で構成されている。

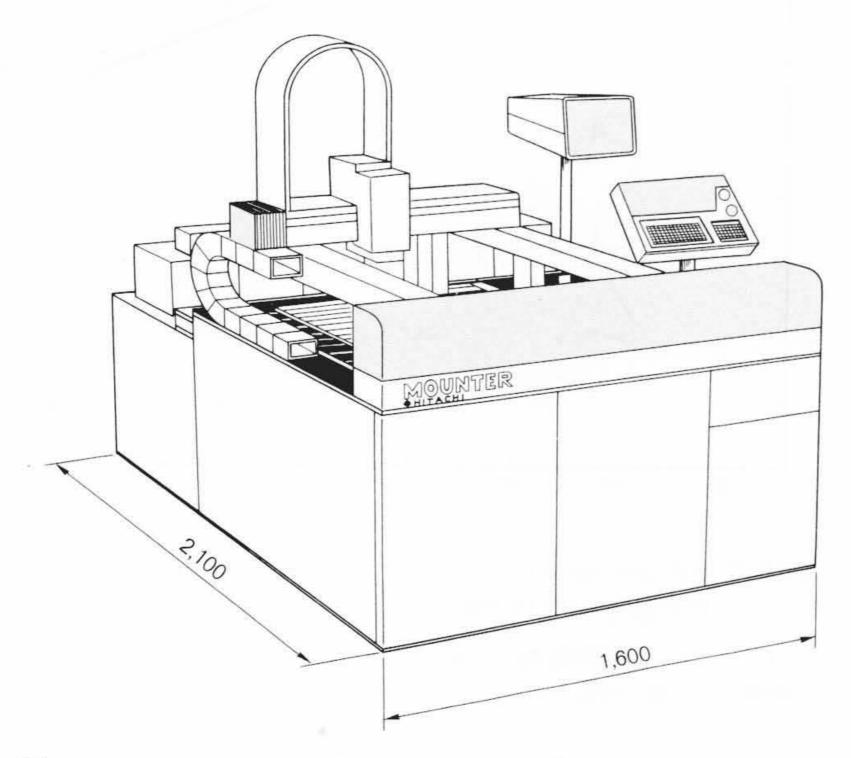


図 4 FICマウンタ寸法図代表機種であるFPP専用マウンタの寸法図を示す。

# 3 FICマウンタ用視覚認識装置

ロボット視覚用の画像処理装置として、既に"HV/R-1"<sup>2)</sup>を製品化しているが、HV/R-1のハードウェアを使用し、FICとプリント基板上の搭載パターンの位置計測を目的とした、FICマウンタ用視覚認識装置について説明する。表2にFICマウンタ用視覚認識装置の概要仕様を示す。

## 3.1 マウンタ用としての位置計測機能

基板上に搭載するFICは、直角座標ロボットのハンドに取り付けられたメカ求心機構により、プリント基板は位置決めピンによりそれぞれ機械的に位置決めされるが、いずれも精度が不十分である。そこで、機械的に位置決めされた状態で、FICと基板上の搭載パターンの位置を視覚により高精度に測定する必要がある。FIC搭載時の許容誤差は±0.05mmであるが、

表 I FICマウンタ仕様 代表機種FPP専用マウンタの仕様を示す。

	項	目	FPP専用マウンタ
	* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *	(i=8)	HM-5320(HM-5330)
	基板サイズ	Max.	500mm×330mm
	- " , " ;	Min.	50mm×50mm
	基板	板 厚	0.8~1.6mm
基	基 板 許 容	反り量	Max. 1.2mm Max. 0.5mm
	基板位置	置決め	基板外周基準又はガイド穴基準
板	基板走往	行 方 向	左→右又は右→左
	基板搬;	送高さ	床面から900mm
	基板用視覚	センサ	変化点方式(認識マーク検出方式)
Ì	基板	材質	プリント基板(紙フェノール,ガラスエポキシ他)
	搭載前基	板条件	基板上,下面20mm以上の搭載物がないこと
	搭載へ・	ッド数	1
	方	定	真空吸着方式
搭	吸 着	判 定	負圧判定方式
載	吸着ずる	れ 補 正	メカ求心補正+視覚補正 (有効ストローク 7mm)
	搭 載	精 度	±0.05mm
	搭 載	速度	4秒/個
		サイズ	
	スティック 又はテープ	種 類	
部	スはノーノ	収納数	
品		サイズ	標準トレイ(最大幅220×長さ335)
	トレイ	種 類	6種(12種)
供		収納数	10段/種
給	空スティック 自 動 排 出	Sa man veta	あり
Ī	部品切れ予告	警報機能	あり
	パレタイジ:	ング機能	あり
	経路制御	卸 方 式	PTP
	入力設定	官 単 位	0.01mm
	位置指令	う 方 式	アブソリュート
制	制御	軸 数	DCサーボモータ 3軸(X,Y,⊝) パルスモータ 2軸(SX,SY)
	記憶	容 量	パートプログラム 最大1,200ステップ (プログラム本数 最大64プログラム)
御	教 示	方 式	ビジョンティーチ
a tii	表	示	プログラム用…液晶表示,視覚用…CRT
	- 2 - 25		自己診断機能
	制御	機能	生産管理機能
			プログラム編集機能
使	用電	源	単相 AC100V±10% 50/60Hz 3kVA
使	用 空	気 圧	5kgf/cm±10%約N1/min
環	境 条	件	周囲温度10~30℃ 周囲湿度10~80%(結露しないこと)
騒		音	70到B(A)以下
機	械の	寸 法	幅2,100(3,800)×奥行2,100×高さ2,000
機	械の	重 量	約850kg(約900kg)
接	2	地	第3種専用接地

注:略語説明 FPP(Flat Package Plastic)

表 2 マウンタ用視覚認識装置の仕様 視覚装置本体は、ロボット用 視覚認識装置HV/R-1と同じである。

	項		目		仕様
視覚装置本体	中央処理装置			置	16ビットマイクロプロセッサ
	記憶装置			置	バブルメモリ(128kバイト)及びICメモリ
	入出力インタ			シリアル・	RS-232Cインタフェース
	フェース	フェース		)	操作パネル用インタフェース
	画像メモリ		IJ	幅256×高さ256	
	濃	炎レ	ベ	ル	128階調
操作部	ŧ	=		タ	9 in白黒ビデオモニタ
	表	示	内	容	画像モニタ,グラフィック,キャラクタ
	入	カ		部	フラットパネルキーボード
画像入力部	カ	У		ラ	外部同期式固体カメラ
	映	像	信	号	1V <sub>P-P</sub> :75Ω複合映像信号
	レンズ	プリン	<b>&gt;, L =</b>	t +c m	焦点距離: $f=13$ mm
			✓ Γ ½	图	F值:2.8
		1	0	ш.	焦点距離:f=25mm
			С	用	F値:2.8
	照明	方		式	リングライトによる反射照明
		光		源	ハロゲンランプ又は高周波蛍光灯

ロボットの位置決め誤差などを考慮すると視覚による位置測定の許容誤差は、FIC及びリード搭載パターンはそれぞれ±0.01mmとなる。

従来の位置計測方式は、位置決めマークの重心を算出するものが多いが、重心算出には最低±0.3画素程度の誤差がある。このとき要求精度を満たすためには、視野を搭載パターンよりも小さくとる拡大視野が必要となる。したがって、搭載パターン全体の位置・姿勢を求めるためには複数の視野が必要で、カメラの移動や複数の画面処理が必要となる。このため、ロボットの位置決め誤差、移動時間、視覚認識処理時間などが問題となり、精度などの要求仕様を満足することが困難となる。

そこで、FIC及び搭載パターン全体を一視野に入れて測定することにした。本装置の場合、一視野幅を $32\text{mm} \times 30\text{mm}$ とし、256画素 $\times 240$ 画素を一画面としたため、一画素当たりの分解能は0.125mm/画素となる。したがって、計測誤差を $\pm 0.01\text{mm}$ にするには、要求画素精度は $\pm 0.08$ 画素となる。

次節で、この要求精度を実現した「一視野変化点検出方式」<sup>3)</sup> について説明する。

#### 3.2 一視野変化点検出方式

画像処理により1画素以下の精度を得るには、同一パターン上の複数点の位置を標本データとし、平均化により精度を上げる。その標本点座標の精度が上がれば、更にパターンの精度は向上することになる。ただし、この方法は処理するデータが増えるので、処理時間を抑えるためには各標本データを得る処理を極力簡単にする必要がある。この解決策として一視野変化点検出方式を開発した。

FICのリードと搭載パターンの画像は、どちらも図5に示すようなパターンが4列ないし2列並んだものである。更に基板・FIC共に機械的手段で大まかに位置決めされているため、画面内の適当な位置に測定線を設定し、FICのリード・搭載パターン列と必ず交わるようにする。この測定線上の画像の明度は、同図に示すように明度変化曲線となる。

この明度変化はFICリード・搭載パターンの配列に対応して

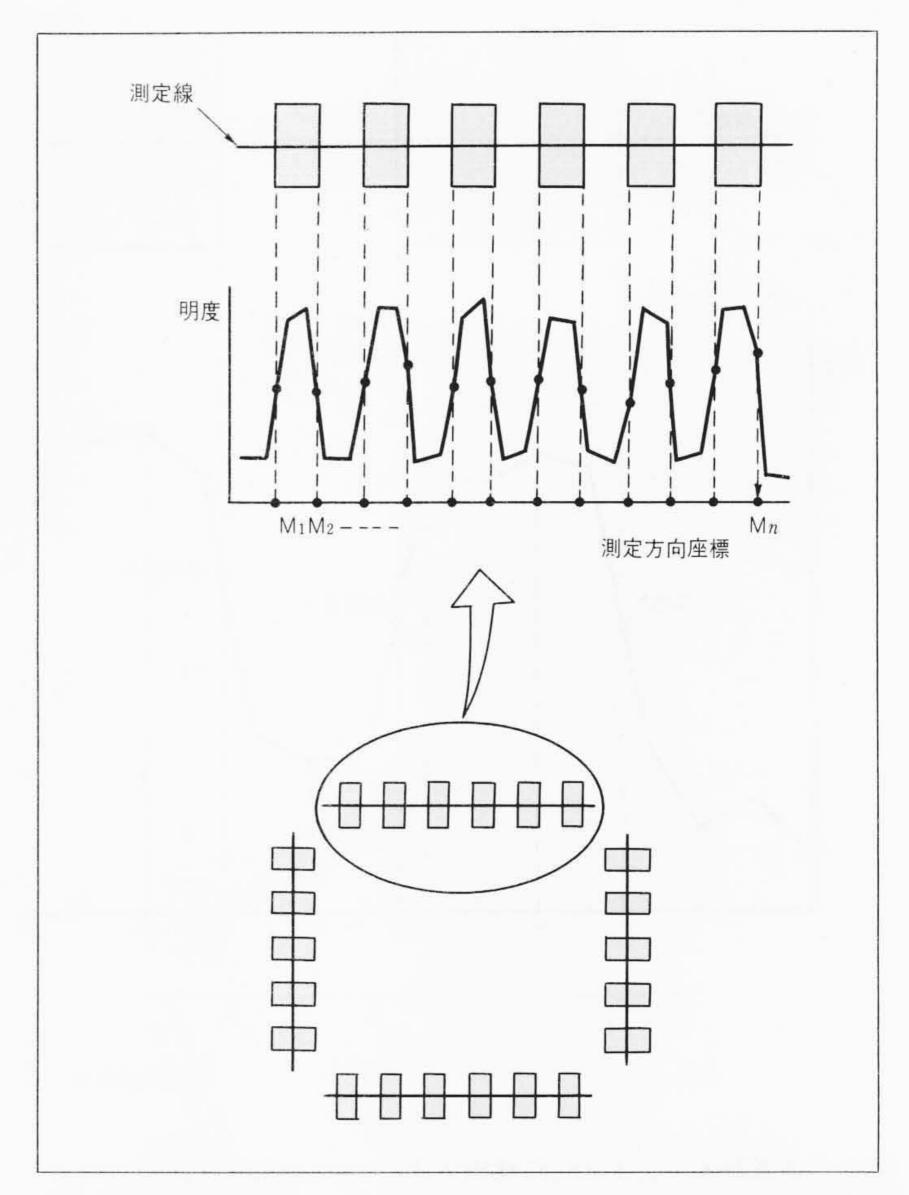


図 5 明度変化曲線 測定線上の明度は、パターンに対応した波状の明度変化曲線となる。

いるので、測定線上の明度変化だけから標本点座標となるパターンの境界座標の精度を求めることができる。本方式では、 多値画像を利用してFICリード・搭載パターンの境界座標の精度を上げた。

まず、測定線上明るさ変化曲線から26に示すような単調増加、又は単調減少範囲 $R_1$ 、 $R_2$ ……を抽出し、この範囲に次式を適用してパターンと背景の境界と考えられる明度変化率最大位置Miを求める。

 $Mi = \left\{ \sum \left( |F(j) - F(j-1)| \times \left( j + \frac{1}{2} \right) \right\} / \left\{ \sum |F(j) - F(j-1)| \right\}$ 

ここに F(j): j画素の明度値 $^{*}$ 

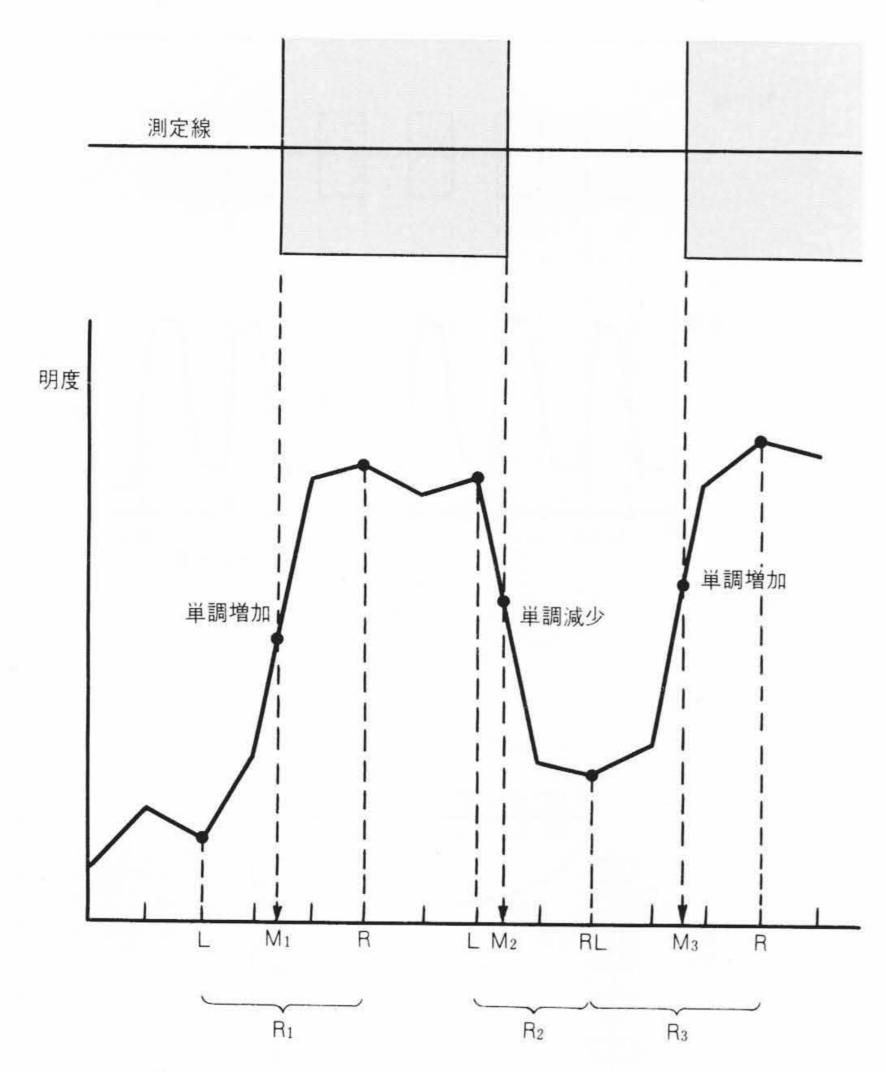
この式は、対象範囲の座標値にその座標での明るさ変化量を重みとしてかけた値の総和を正規化している。それは、明るさ変化の大きい位置ほど出力値に対する寄与率を大きくし、明るさ変化の大きい位置を微小変動によらず全体的に求めるということになる。

FICリード及び搭載パターン全体の位置,方向の求め方を**図7**に示す。各パターン列ごとの座標U,R,D,Lを境界座標 $(M_1 \sim M_n)$ を平均することにより求め,次に全体の位置(X,Y)方向Aを求める。

# 3.3 その他の機能

一視野変化点検出方式を採用することにより,本視覚認識 装置は前節で述べた位置計測機能以外に次のような機能をも つ。

<sup>※)</sup> 視覚装置内の画像メモリ上に取り込まれたディジタル化された画像 信号の明るさ度合の値を言う。



測定方向座標

図6 多値画像による変化点検出方式 被測定物の拡大図及び測定された明度変化曲線を示す。

#### (1) パターン抜け補正機能

不連続に配列されたリードをもつFIC及び測定線上に,搭載パターン以外のパターンがある場合の位置計測に使用する機能。 (2) リード曲がり検出機能

隣り合ったリードピッチを比較することにより, リード横曲がりを検出し, リードの反射光の明度値によりリード縦曲がりを検出する機能。

#### (3) パターン本数カウント機能

計測時のパターンの本数を検出し、位置データとともにマウンタ本体側へ出力することにより、あらかじめ登録してある本数と比較して誤搭載を防止する機能。

#### (4) 認識マーク位置検出機能

変化点検出方式の考え方を利用することにより,一視野幅 32mm×30mmで径1mm(径約8画素)の認識マークの位置を 高精度(±0.01mm以下)に検出する機能。

### (5) 明るさ測定機能

測定線上の明度変化曲線,及び各画素の明度値を視覚用キーボードを操作することにより,CRT(Cathode Ray Tube)モニタ上に表示する機能。

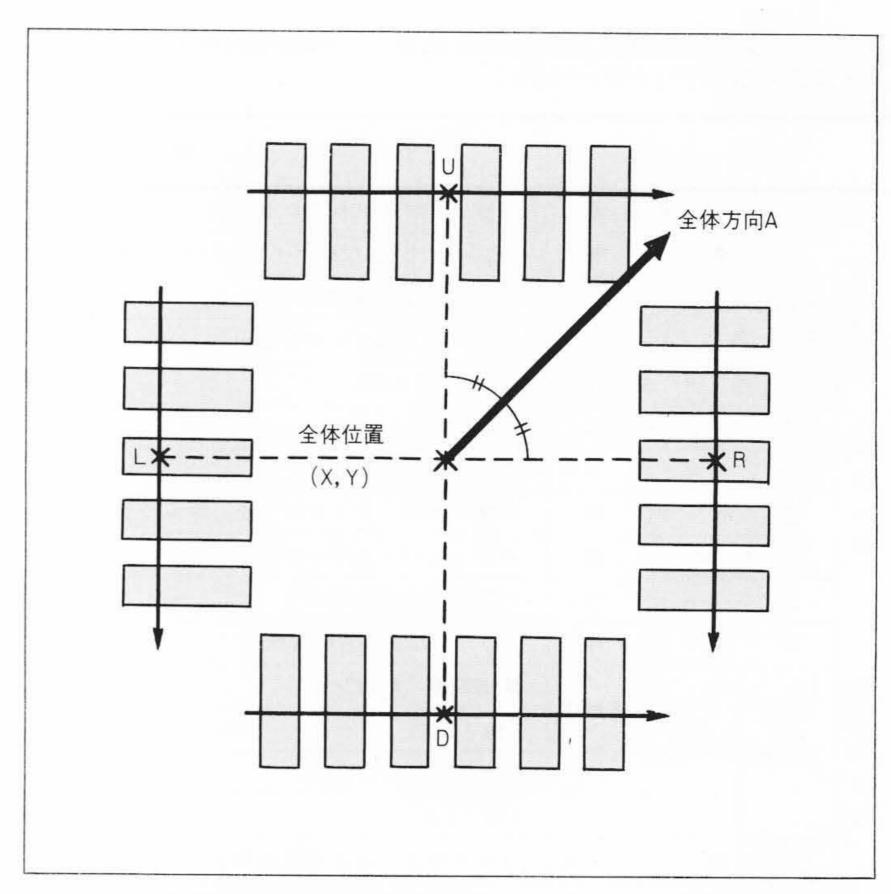


図7 全体位置の定義 全体位置(X, Y)はU-D及びR-Lの結線の交点とし、全体方向AはU-D軸、R-L軸を2等分したベクトルと定義する。

#### 3.4 視覚認識装置の評価

FICリード及びその搭載パターン全体を一視野に入れ、高速・高精度に位置計測する一視野変化点検出方式を採用した結果、リードピッチ0.65mm、100ピンのFIC用の搭載パターンの位置計測の精度は、標準偏差 $3\sigma$ 値で $\pm 0.01$ mm以下、マウンタ本体からのコマンドを解釈し、計測を実行から終了までの処理時間は約0.14秒とFICマウント用としての機能を十分に満足している。

#### 4 結 言

高機能、小形化されたFICは、より多ピン化、狭間ピッチの傾向にある。今回開発した視覚認識装置付きFICマウンタは、これらのFICを高精度に搭載可能としたもので、特に視覚用認識アルゴリズムは、認識精度と認識処理速度を同時に解決した画期的なアルゴリズムである。またFICの形状により、対応できる幾つかの部品供給部を選択可能とすることにより、今後の面実装技術の自動化に大いに貢献するものと考える。

#### 参考文献

- 1) 日立面実装形パッケージ実装マニュアル,電子事業本部半導体 事業部(昭和60-10)
- 2) 秦,外:ロボット視覚用小形画像処理装置 "HV/R-1",日立 評論,66,10,735~740(昭59-10)
- 3) 鈴木,外:サーフェイスマウンタ用高精度視覚アルゴリズム, 精密工学会論文集(第1分冊)115~116(昭61-3)