

Tiny スカラロボット「YK120X/YK150X」

Tiny SCARA Robots "YK120X/YK150X"

馬目 俊文 Toshifumi Manome
● IM カンパニー 技術チーム

製品紹介

In recent years there has been considerable talk about space-saving "desktop factories" and we are seeing a rapid shift toward smaller manufacturing facilities especially in the manufacturing processes for electric and electronic parts and components.

And, as products become increasingly compact, there are more and more industrial users who demand part assembly accuracy in the range of a few microns.

The 4-axis control SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm) robots of our Tiny SCARA Robot series have been developed to achieve high accuracy and compactness in order to answer these market needs. While achieving high-precision performance in these models, we have also been able to reduce the size of the robots dramatically to palm size (surface area of the robot attachment surface), making possible extremely high-precision work (assembly, transport, transfer) that was difficult to achieve with conventional robots. As practical-use SCARA robots, these are the world's smallest models and there are expectations that use can be found for them not only in the electric and electronic industries but also in the medical sector.

A SCARA robot is an industrial robot that functions on four axes, the horizontal X and Y and rotational R axes and the vertical Z axis. The placement of a chuck or other attachment on the Z axis enables the functions of work transfer, etc.

1 はじめに

近年、デスクトップファクトリーなど省スペースの生産工場が何かと話題になり、電機・電子部品の製造工程を中心に、生産設備の小型化が加速的に進んでいる。また、製品の小型化に伴い、組み付け精度も数 μ （ミクロン）を要求するユーザーが増えてきている。

Tiny スカラロボットシリーズは、このような分野に向けて、高精度・小型化をコンセプトに開発された4軸制御のスカラロボットで、高精度でありながら手のひらサイズ（ロボット取付部の占有面積）の超小型化を実現し（**図1**）、従来機では困難であった超精密作業（組立・搬送・移載）を可能にした。実用スカラロボットとしては世界最小サイズで、電気・電子の分野のみならず、今後は医療分野での採用も期待されている。

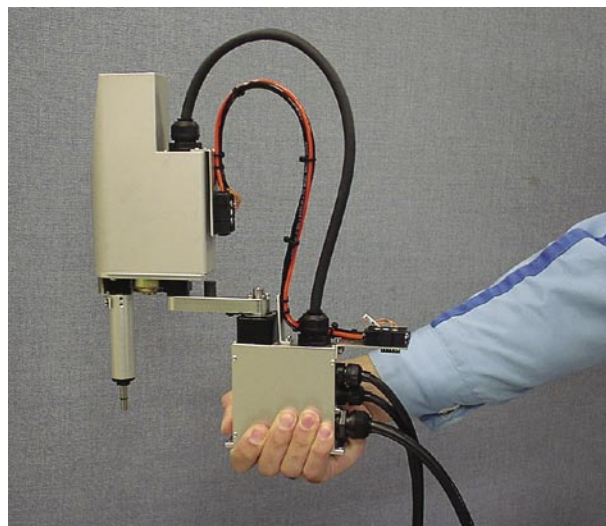


図1 取付部が手のひらサイズの YK120X

なお、スカラロボットとは図2のように X、Y、R 軸回転軸と Z 軸上下軸を持ち、Z 軸先端にチャック等を付けてワークの移載等を行う産業用ロボットである。

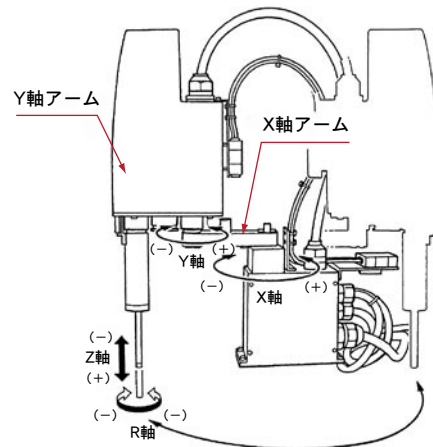


図2 スカラロボット

2 製品の特徴

表1 に基本仕様を示す。

表1 基本仕様

2.1 世界最小

アーム長は 120mm と 150mm (図3)。設置面積も 99mm × 35mm と省スペース化をはかり、システム設計の自由度を大きく向上させている。

2.2 高精度

X、Y 軸の繰り返し位置決め精度：± 0.005mm を達成。ヤマハ発動機(株)従来モデルの2倍の高精度を確保し、超小型・超高精度なアプリケーションを可能にした。

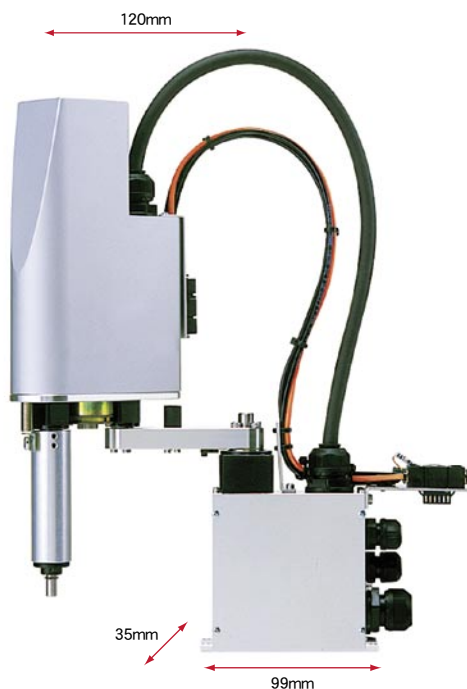


図3 YK120X

機種		YK120X	YK150X	
軸仕様	X 軸	アーム長	69.5mm	99.5mm
		回転範囲	± 113°	
	Y 軸	アーム長	50.5mm	
		回転範囲	± 139°	
	Z 軸	ストローク	30mm	
R 軸	回転範囲	± 360°		
モーター	X 軸	15W		
	Y 軸	13W		
	Z 軸	13W		
	R 軸	13W		
最高速	X、Y 軸	1.8m/s	2.1m/s	
	Z 軸	0.7m/s		
	R 軸	1700° /s		
繰り返し位置決め精度 ※1	X、Y 軸	± 0.005mm		
	Z 軸	± 0.01mm		
	R 軸	± 0.006°		
最大可搬質量		0.5kg		
標準サイクルタイム ※2		0.42s	0.45s	
R 軸許容慣性モーメント ※3		0.002kgm ²		
ユーザー配線		6 本		
ユーザー配管		φ 3 × 2		
動作リミット設定		1. ソフトリミット 2. メカリミット (X,Y,Z 軸)		
ロボットケーブル		3.5m、オプション: 5m、10m		
コントローラ、電源容量		RCX40-T、2500VA		
本体質量		3.0kg	3.1kg	
価格 ※4		880,000 円		

※1：周囲温度一定時の値です。

※2：垂直移動 25mm、水平移動 100mm 往復時の値です。

※3：加速度係数の設定に制限があります。

※4：金額には専用コントローラ「RCX40-T」とロボットケーブルが含まれます。

2.3 使い易さ

完全原点復帰レス機能を標準装備することで原点復帰動作がまったく不要となり、作業開始時のロスタイムを無くした。また、電気配線6本、エアチューブ（φ3）×2本のユーザー配線・配管を本体に標準装備（図4）。コンパクトなレイアウトの配線・配管を可能にしている。

2.4 高速性

X、Y軸合成最高速度は2.1m/s（YK150X）の高速性を確保した。標準サイクルタイムも超小型でありながら高速である。

2.5 コストパフォーマンスの追及

設計の見直しにより、高速・超高精度モデルでありながら、従来製品と比較して20%以上の部品点数を削減。大幅なコストダウンを実現した。

2.6 高可搬質量 / 本体質量比

ロボットケーブルを除くメカ本体質量は約1.5kgと超軽量でありながら、最大可搬質量0.5kg、R軸許容慣性モーメント 0.002kgm^2 （0.5kg負荷でR軸オフセット60mm可能）と従来にない高可搬質量 / 本体質量比を実現した（図5）。

2.7 人との共同作業・教育用

使用モータの最大ワット数は15Wと小さく、出力軸でのトルクも小さいことからデスクトップ型の装置に組み入れ、人との共同作業も可能である。

また、小型ながら従来のスカラロボットと同じ構造、機能を有するので教育用としても最適である。

2.8 バリエーション

(1) クリーンルーム仕様（図6）

発塵原因の駆動ベルトがないため、クリーン度を上げやすく、クリーンルームの省スペース化に



図4 ユーザー配線・配管



図5 高可搬質量 / 本体質量比

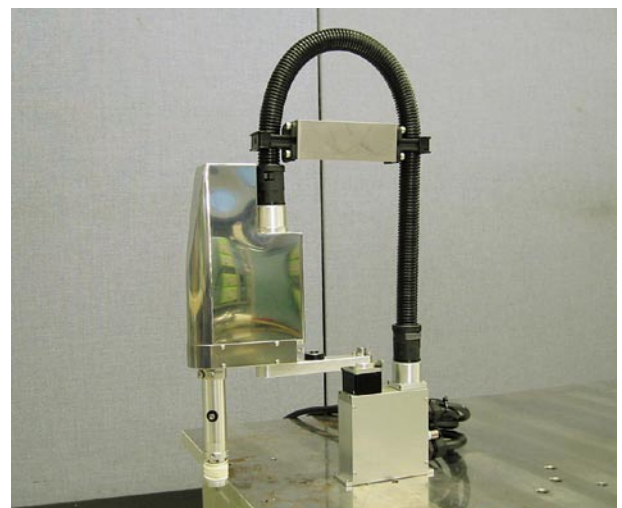


図6 クリーンルーム仕様

最適である。カバーはステンレスに変更し、自立ケーブルはプラスチックのチューブで囲い、Z 軸スプライン部にはジャバラが付く。ベース背面からロボット内の吸引を行い発塵を防いでいる。

(2) 2軸仕様 (図7)

Z 軸をエアシリンダ駆動、R 軸はステッピングモータ駆動とし、専用の2軸コントローラを採用することによってさらに大幅なコストダウンを実現している。

たとえば、医療機器に試験管ハンドリング装置として組み込むのに最適である。

(3) 防塵防滴、天吊、インバース（逆さ天吊）仕様も検討中である。



図7 2軸仕様

3 品質への取り組み

3.1 小型化

従来のスカラロボットでは、Y 軸アーム上に Y 軸駆動部、Z 軸モータ、R 軸モータ、Z 軸ボールネジ、R 軸駆動部と5つの軸が並び、Z 軸モータと Z 軸ボールネジ、R 軸モータと R 軸駆動部はベルトとプーリーで連結されていた。Tiny スカラロボットでは Z 軸ボールネジと Z 軸モータ、R 軸モータと R 軸駆動部を直結する当社独自の構造を採用することによって、Y 軸アーム上の軸を3つに減らし、Y 軸アーム長を 50.5mm と大幅に短縮、小型化に成功した (図8)。

4軸とも直結構造となり剛性は向上し、低剛性・発塵原因のベルトとプーリーもなくなり、従来あったベルト張力のメンテナンスは不要、コストダウン、精度向上、クリーンルーム仕様に有利となった。

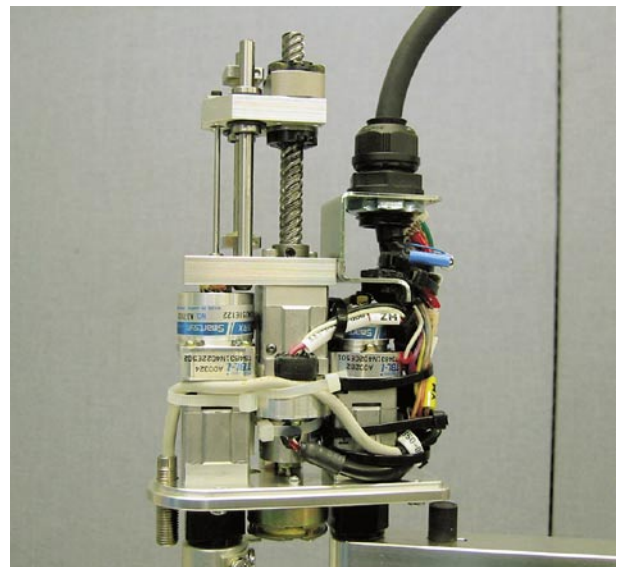


図8 Y 軸アームの小型化

3.2 高精度化

X、Y、R 軸減速機は超小型であり、ねじり剛性は従来のスカラロボットよりも弱く、自立ケーブルの反力が X、Y 軸位置決め精度に及ぼす影響は無視できない。そこで、自立ケーブルの剛性を低下させ、位置決め精度への影響を小さくした。

3.3 制御性の向上

小型モータを使用した場合でも、位置決め速度、低速時の速度リップル、原点出し時（完全原

点復帰レス機能での最初の原点設定) の原点の安定性等を向上するため、コントローラの電流センサ、制御ソフト等の改良を行った。

3.4 耐久試験の実施

耐久試験を行い、問題が出た個所を改良し、改良後、X、Y、R 軸 1,000 万回転、Z 軸 1,000 万往復後、問題のないことを確認した。

3.5 トラブルの防止

ヤマハ発動機(株) IM カンパニーの品質技術グループと今までスカラロボットで出たトラブルをすべてリストアップ、分析し、同じトラブルを出さないように設計に反映した。

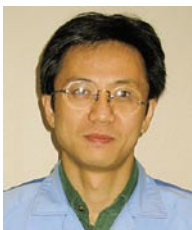
ロボットの組立では、組立指示図に組立上の注意点とそれを守らなかった場合にどのようなトラブルが発生するかを記載し、組立時に発生するトラブルを防止するようにした。また、工場の作業者と実際に組付け作業を行い、組付けのし難い個所を改善し、トラブル防止と組付費の低減を行った。

4 おわりに

Tiny スカラロボットは 2001 年国際ロボット展に参考出品、2002 年セミコン・ジャパン（半導体製造装置・部品・材料の国際展示会）に出品し、大きな反響を呼び、超小型ロボット市場にも潜在的な需要があるのが確認できた。今後は完成度をさらに高め、コストダウンをはかり、よりユーザーに受け入れられる商品にしたい。また、ユーザーの要望に応じた特注小型ロボットにも積極的に対応していきたい。

今回開発したコンパクトな Z、R 軸の構造は超小型の制約のもとで開発されたものであるが、従来のスカラロボットにも適用可能であり、こちらにも展開し、他社よりも低コスト・高性能・メンテナンスフリーのロボットを開発していきたいと考えている。

■著者



馬目 俊文