

先端材料部門 極限材料研究分野 (堀江三喜男研究室)

Email: mahorie@pi.titech.ac.jp

<http://www.meds.pi.titech.ac.jp>

(研究分野)

先端機械運動系のための極限材料機能の追求を行うとともに、極限設計システムを確立する。

(研究テーマ)

1) 微小物体把持操作用マイクロマニピュレータの研究開発

(堀江三喜男)

図1は、堀江研究室とニスカ(株)とで共同開発した左右2腕の2自由度パンタグラフ機構からなるロボットマニピュレータである。特徴は、(1)2本指把持(ワイドレンジ)；10～1000μmの広範囲な対象物の把持が可能、(2)多自由度移動(5方向)；先端を中心に2方向回転(θ_z , θ_k)+XYZ 3方向、(3)軟らかさ検知機能；細胞等、軟らかい物質の弾性を検知可能、(4)三次元位置把握；2画面表示により三次元位置把握が可能等であり、細胞や血管の把持操作、プリント基板の電子デバイス表面実装、微小部品を使うマイクロマシンの精密組立等が可能である。(図1、図2)

2) 電子デバイス用小形表面実装システム(堀江三喜男)

本研究では、ヒンジとリンクの一体化パンタグラフ機構により小形化されたマニピュレータ群から構成される表面実装システムを提案し、微小で大きな角変位の得られる大変形ヒンジを一体化パンタグラフ機構に用いる場合の繰り返し変位入力に対する耐久性を確認している。さらに、ヒンジ作用力を低減化した最適質量分布を有する射出成形パンタグラフ機構の出力節の姿勢角特性を理論的ならびに実験的に明らかにし、提案した実装システムによるシステム小形化と出力節姿勢一定化を実現している。(図3、図4)

3) ポリマー製ヒンジとリンクの一体化3自由度位置姿勢決めテーブル(堀江三喜男)

本研究では、小形表面実装システム(図6)の実装対象物直動ライン上における各作業ステーション間の搬送と各ステーションでの位置姿勢決めの両機能を持つ、微細作業が可能な大変形ヒンジとリンクからなる一体化3自由度位置姿勢決めテーブル(図5)を提案・研究しています。具体的には、その設計方法を明らかにするとともに、関節部にヒンジを使用しているため、平面3自由度パラレルマニピュレータに特有の特異点がないことを理論的、実験的に明らかにしています。(図5、図6)



図1 微小物把持操作用マイクロマニピュレータ

Fig. 1 A micromanipulator for minute objects

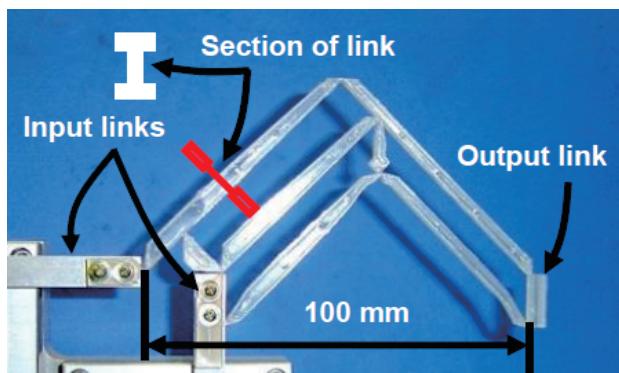


図3 姿勢一定運動を行う新しい表面実装システム用大変形ヒンジとリンクからなる一体化パンタグラフ機構(ポリプロピレン製)

Fig. 3 A molded pantograph mechanism with large deflection hinges and links for new surface mount systems whose output motion has a constant orientation (Polypropylene)



図5 特異点のないポリマー製3自由度位置・姿勢決めテーブル(2本のレール上の3アクチュエーターで駆動、ポリプロピレン製)

Fig. 5 Polymer-made 3-DOF positioning-orientation table without singular points (Driven by three actuators on two rails, Polypropylene-made)

Advanced Materials Division

Mechanics and Engineering Design

(Mikio HORIE Group)

(Research Field)

Establishment of ultimate design systems and investigation of ultimate material functions for advanced mechanical motion systems.

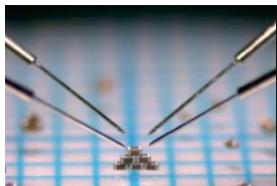


図2 左右2腕で構成される5DOF微小物把持操作用マイクロマニピュレータ（1腕：右図）と電子デバイス0402を組立てる様子（青い線は間隔1mmの格子線：左図）

Fig. 2 One arm mechanism in the 5DOF micromanipulator for micro devices shown in the right, an assembling view of micro devices 0402 ($0.4\text{mm} \times 0.2\text{mm}$) , and the distance between blue lines is 1 mm shown in the left

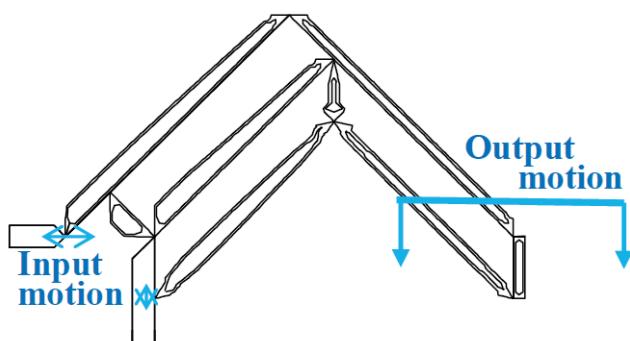


図4 出力節姿勢一定化パンタグラフ機構（理論結果）
Fig. 4 A molded pantograph mechanism with constant orientation of the output link (Theoretical result)

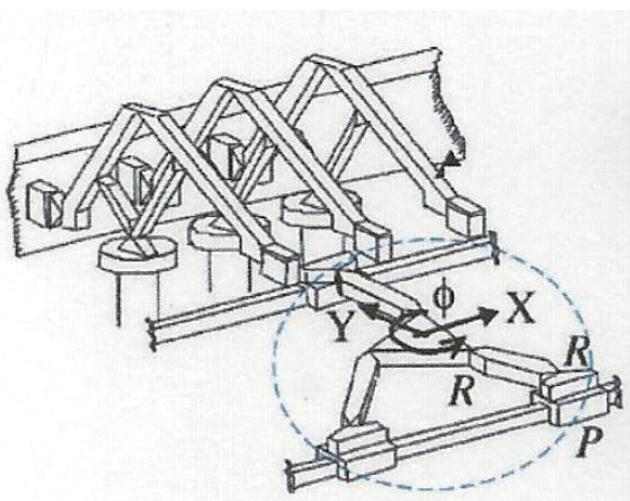


図6 総高分子製小形表面実装システム内の
3自由度平面パラレルマニピュレータ
Fig. 6 A 3DOF planar parallel manipulator on two rails for polymer-made surface mount systems in one room factory

(Current Topics)

1) Development of micromanipulator for minute object holding operation (M. Horie)

In case of a 2-DOF pantograph mechanism, in generally, input motion is a linear motion. When two inputs move in the X and Y direction, an output point of the mechanism has a X and Y linear motion. In Fig.1, when the input link Lin has a rocker motion ($+ \theta$), the end effector has a rocker motion ($+ \theta$) around one fixed point P. This micromanipulator was developed by collaboration research between Horie Lab. and NISCA Co., Ltd. The manipulator has two arms and a 5-DOF (X,Y,Z linear motion and θ_x , θ_y rotation) per one arm. The feature of the manipulator is that there is a wide range operation area ($10-1000\mu\text{m}$), three dimensional position recognition of the top of the end effector, the softness detection function of the holding objects, etc. The application of this manipulator is the (1) the holding-and-incision operation of cell-and-blood vessel, (2) the surface mount system for electronic objects on the printed wiring board, etc. are available. (Figs. 1 and 2)

2) A molding pantograph mechanism including an output link with constant orientation for miniature surface mount systems (M. Horie)

In this research, a new surface mount system with parallel arrangement miniature manipulators is proposed for use in system downsizing. The miniature manipulator consists of a molded pantograph mechanism, which is composed of large deflective hinges and optimum mass-distribution links to obtain decreased hinge forces, both made of the same materials. An output link of this mechanism has usually a constant orientation. In order to create such systems, first, durability of the pantograph mechanism is to be confirmed by fatigue tests. Next, the input and output displacement characteristics of the pantograph mechanism are to be experimentally discussed. Finally, propriety of the proposed system should be confirmed. (Figs. 3 and 4)

3) A polymer-made 3-DOF planar parallel manipulator (M. Horie)

Figure 6 shows the new surface mount system composed of all-polymer 2-DOF pantograph mechanisms and all-polymer 3-DOF planar parallel manipulators driven by linear actuators. The polymer-made 3DOF parallel manipulator has no bearings at the joints, and it has polymer-made hinges and links. Therefore, the moment acting on the polymer hinge is reliably transmitted from the link to the next link, and it was carried out that this polymer-made manipulator has no singular points in the output-link motion plane in theoretically and experimentally. (Figs. 5 and 6)