T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題	自立型空圧3腕ロボットの試作
Title	Prototype of Untethered 3 Arms Soft Robot
著者	北守 隆旺, 和田 晃, 難波江 裕之, 鈴森 康一
Author	Takaaki Kitamori, Akira Wada, Hiroyuki Nabae, Koichi Suzumori
掲載誌/書名	ロボティクス・メカトロニクス講演会2016 予稿集, Vol. , No. , pp.
Journal/Book name	Proceedings of the 2016 JSME Conference on Robotics and Mechatronics, Vol. , No. , pp.
発行日 / Issue date	2016, 6
URL	http://www.jsme.or.jp/publish/transact/index.html
権利情報 / Copyright	本著作物の著作権は日本機械学会に帰属します。

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

自立型空圧３腕ロボットの試作

Prototype of Untethered 3 Arms Soft Robot

北守　隆旺（東工大）　○正　和田　晃（東工大）
正　難波江　裕之（東工大）　正　鈴森　康一（東工大）

Takaaki KITAMORI, Tokyo Institute of Technology, kitamori.t.aa@m.titech.ac.jp
Akira WADA, Tokyo Institute of Technology
Hiroyuki NABAE, Tokyo Institute of Technology
Koichi SUZUMORI, Tokyo Institute of Technology

Pneumatic rubber actuators have merits such as high compliance, simplicity of miniaturization and light weight whereas they also have demerits such as a need for compressors and air tubes. We have been developing compressor-less pneumatic actuators which are driven by reversible chemical reaction instead of compressors. This actuators can generate enough pressure of 0.5 MPaG to move pneumatic actuators. In this paper, we discuss about the untethered 3 arms robot which has this compressor-less pneumatic actuator inside its body. This robot has three bellows hands and can actuate them up and down. As experimental results, the arms were rose in 16 seconds and declined in 34 seconds.

***Key Words*:** Soft robot, Pneumatic actuator, Untethered pneumatic robot

1.　緒言

空圧ラバーアクチュエータは，その柔軟さの他にも軽量で小型化しやすいといった特長をもつ一方，コンプレッサと送気チューブを必要とするという問題点を持つ．この問題点を解決するために，我々はコンプレッサを必要としないコンプレッサレス空圧アクチュエータを開発してきた[1][2]．本論文では，これまでガス圧源としての利用に留まっていたコンプレッサレス空圧アクチュエータを初めて搭載した自立型空圧 3 腕ロボットについて述べる．このロボットに搭載されている蛇腹ハンドは完全に垂れ下がった状態から約 16 秒かけて完全に起き上がり，約 34 秒かけて元の状態へ戻ることが可能である．

2.　コンプレッサレス空圧アクチュエータの駆動原理

本章ではコンプレッサレス空圧アクチュエータの駆動メカニズムについて軽く触れる(図 1 参照)．詳しくは文献[1][2]を参照されたい．

このアクチュエータは気液可逆化学反応を利用している．内部に陽イオン交換膜と白金電極を有しており，電圧を印加する事によって内部の純水を電気分解し，気体を発生させることが可能である．逆に，発生した気体から純水を合成し，気体を吸収することも可能であり，この時にエネルギー回生も可能である．気液可逆化学反応を用いることで小型でありながら空圧ラバーアクチュエータを駆動させるための十分な圧力(0.5 MPaG)を発生させることが可能である．

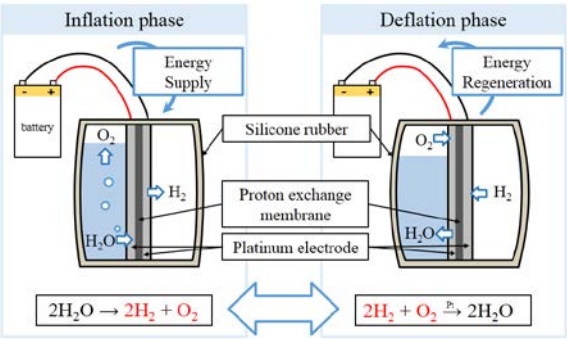

Fig.1 Principle of the compressor-less pneumatic actuator

3.　自立型空圧ロボットの製作

製作した自立型空圧 3 腕ロボットの外観を図 2 に示す．このロボットは気体発生・吸収モジュール，小型制御基板，バッテリそして蛇腹ハンド[3]から構成されている．気体発生・吸収モジュールの構造を図 3 に示す．

この気体発生・吸収モジュールには大きく２つの空間があり，それらの空間はシリコーンゴム KE-1316（信越化学工業株式会社）に埋め込まれた陽イオン交換膜と白金電極によって完全に隔てられている．モジュール上部の空間には酸素が，下部の空間には水素がたまるようになっており，酸素用のスペースには純水を注入するための穴が２箇所ある．水素用のスペースはドライ陰極構造（文献[4]参照）を採用することで純水注入用の穴が必要なくなり，密封性が上がった．水素は酸素の２倍の速度で発生するため，水素発生側を駆動部側とすることでアクチュエータの高応答化も見込める．陽イオン交換膜と白金電極は反応効率の向上を図るために樹脂ネジでクランプされている．金属ネジではなく樹脂ネジを用いたのは陰極と陽極の電極の導通を防ぐためである．

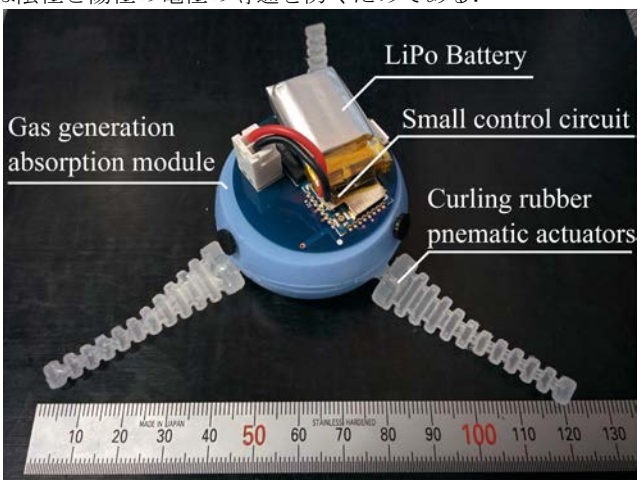

Fig.2 Appearance of the untethered pneumatic robot

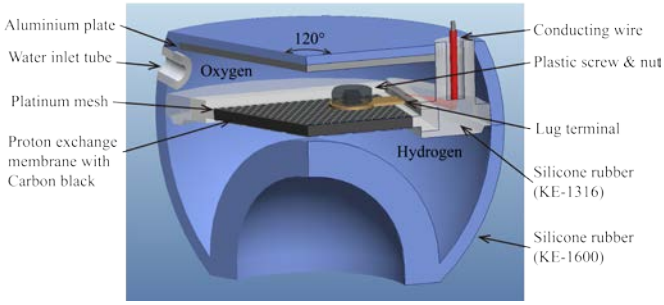

Fig.3 Cut view of gas generation and absorption module

電源供給部には陽イオン交換膜と白金電極とともにラグ端子も樹脂ネジによってクランプされている．ラグ端子を用いた理由は，白金に対して導線を直接ハンダ付けするのが困難であったためである．ラグ端子にハンダ付けされた導線は，図 3 の右に見えるチューブを介してロボット上部に誘導され，ロボット上部に搭載されている小型制御基板にハンダ付けされる．

酸素用のスペース上部には 0.8 mm の板厚のアルミ板が埋め込まれている．このアルミ板は圧力印加時におけるロボット上部の変形を押さえることで，ロボット上部に搭載されている基板を守るためのものである．

4. 蛇腹ハンド駆動実験

製作したロボットを用いて蛇腹ハンドの駆動実験を行った．ハンドを上昇させた時の様子を図 4 に，ハンドを下降させた時の様子を図 5 に示す．図はそれぞれ 2 秒おきに撮影した写真を合成したものである．図 4 からハンドが完全に起き上がるまで約 16 秒，図 5 からハンドが再びたれ下がるまで約 34 秒の時間を有したことがわかる．以上のことからコンプレッサレス空圧アクチュエータを用いて自立型空圧ロボットを実現可能であることを確認した．

5. 結言

コンプレッサレス空圧アクチュエータを初めて搭載した自立型空圧ロボットとして小型蛇腹ハンドロボットを製作し，ハンドが完全に起き上がるまで約 16 秒，完全にたれ下がるまで約 34 秒であることを確認した．その駆動の様子からコンプレッサレス空圧アクチュエータを用いて自立型空圧ロボットを実現可能であることを確認した．

今後は陽イオン交換膜と白金電極を一体化したより柔軟なコンプレッサレス空圧アクチュエータを目指すと共に，このコンプレッサレス空圧アクチュエータを用いて自立して移動可能な自立型空圧ロボットを製作していく予定である．

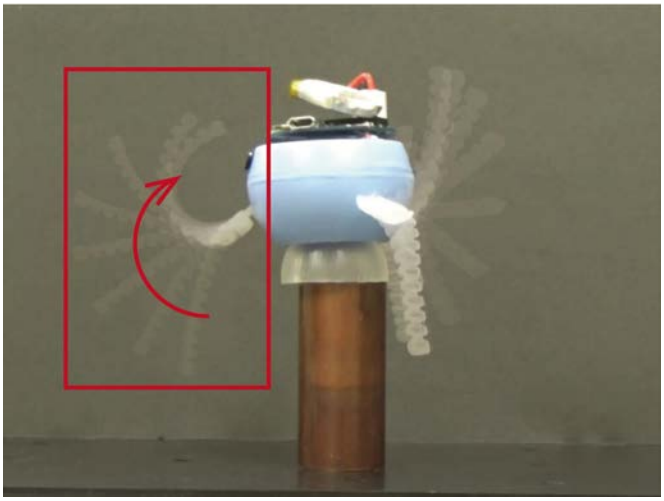

Fig.4 Image of rising the hands (2 seconds interval shooting)

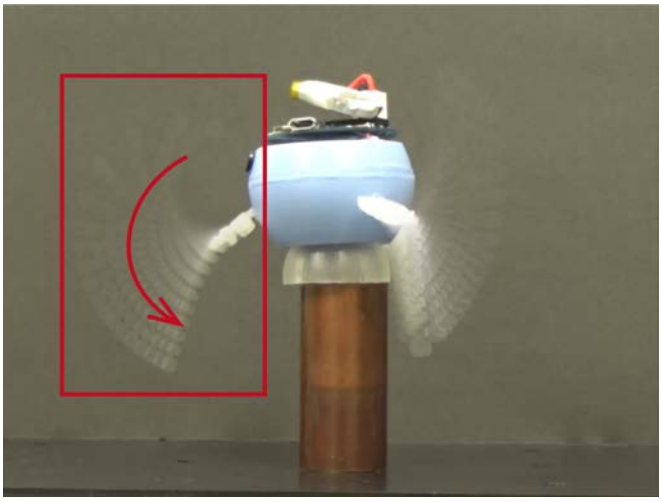

Fig.5 Image of declining the hands (2 seconds interval shooting)

6. 謝辞

この研究の一部は，JSPS 科研費 26249028 の助成を受けたものです．

文　献

[1] 鈴森康一，和田晃，脇元修一，"可逆化学反応現象を利用したガス圧制御システムの開発-第 1 報；水の分解/合成を利用した試作実験-"，日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2012，2A1-D07，2012

[2] 亀谷英裕，和田晃，鈴森康一，"気液可逆反応を利用したガス圧アクチュエータ-第 2 報；高分子形燃料電池を組み込んだ FMA の試作と駆動実験-"，日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2014，2A2-O04，2014

[3] Wakimoto, S., Ogura, K., Suzumori, K. and Nishioka, Y., “Miniature soft hand with curling rubber pneumatic actuators,” *Robotics and Automation, 2009. ICRA '09. IEEE International Conference,* pp.556-561, 12-17 May 2009

[4] 北守隆旺，和田晃，難波江裕之，鈴森康一，"気液可逆化学反応を利用したガス圧アクチュエータ（第 4 報 ドライ陰極構造による軽量化）"，第 16 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会予稿集，pp. 1540-1543，2015