



TOHOKU
UNIVERSITY

Magnetically Driven Robot-on-a-chip (MDRoC) —Part 2: Design and Fabrication of Hybrid MMT—

Yuki KIHARA, OYoko YAMANISHI, Shinya SAKUMA, Fumihito ARAI,
Department of Bioengineering and Robotics, Tohoku University

磁気駆動マイクロツールの剛性を自由に設計することに成功した。その方法とは？

Abstract:

We proposed a polymer-metal hybrid MMT (magnetically driven microtool) which has properties of both elasticity and rigidity. A magnetic metal axle is made by electroplating which is rigid to prevent bending by the unwanted external force. The magnetic metal axle also has a merit to have higher magnetic property which contributes to the powerful actuation. We designed a hybrid MMT for on-demand droplet dispensing on a chip. The displacement of the hybrid MMT was about 300 μm which was 6 times larger than that of the conventional MMT, and on-demand droplet generation was successfully performed. The MMT has potential to be used as micro-nano-robot on a chip which can be defined as Magnetically Driven Robot-on-a-Chip (MDRoC).

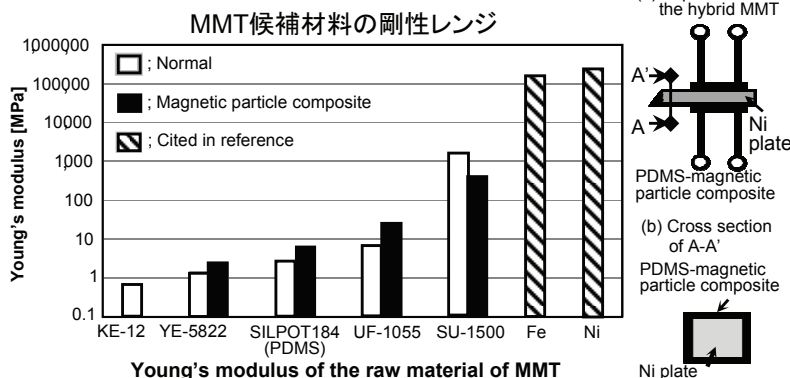
Background:

MMTの剛性制御

Table. Young's modulus of raw material of MMT

Raw material	Product name	Young's modulus of raw material [MPa]	Young's modulus of the 50wt% mixture of magnetite resin [MPa]
Silicon resin	KE-12	※	0.609 $\pm$ 0.093
	YE-5822	1.00 $\pm$ 0.07	2.14 $\pm$ 0.38
	SILPOT184 (PDMS)	2.03 $\pm$ 0.06	6.59 $\pm$ 0.49
Urethane resin	UF-1055	7.55 $\pm$ 0.21	33.9 $\pm$ 1.7
	SU-1500	1260 $\pm$ 180	604 $\pm$ 21
Metal	Fe	1.52 $\times 10^5$	
	Ni	2.00 $\times 10^5$	

(※: Young's modulus of KE-12 could not be measured because it was below the measurement limit of the tensile tester.)



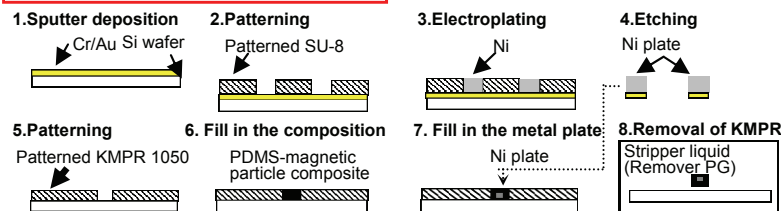
Concept of Hybrid MMT

・めっきによる高精度金属性磁性軸を組み込んだMMT

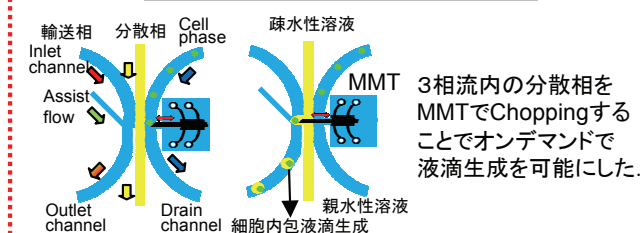
- ・局所的な剛性の制御 → 外力による曲げの影響を回避
- ・局所的な磁性的制御 → 磁束密度の増大によるパワフルな駆動を実現

Fabrications :

Hybrid MMTの製作プロセス

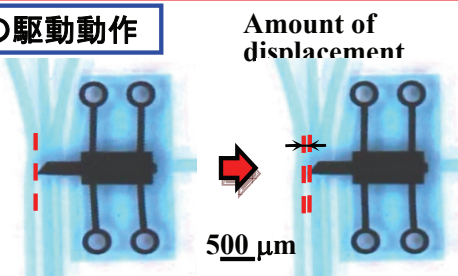


ドロップレットのオンデマンド生成

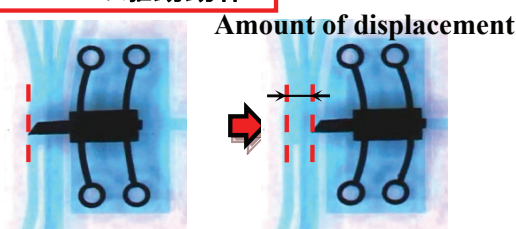


Experiments :

MMTの駆動動作

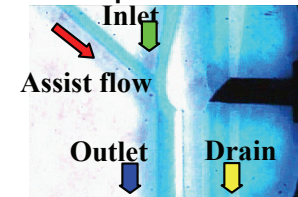


Hybrid MMTの駆動動作



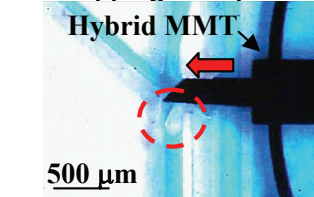
Hybrid MMTの駆動距離は従来のMMTの約6倍 (50 μm → 300 μm)

1. Initial position



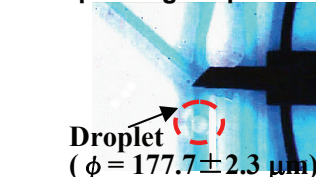
定常状態は、流路内で三層流が生成。

2. Chopping a droplet



Hybrid MMTが、分散相を輸送相に押し出す。

3. Dispensing droplet



分散相は、輸送相でドロップレットとなる。

4. Back to the initial position



定常状態にもどる。

Hybrid MMTによりドロップレットをオンデマンドで生成することに成功。

Conclusion :

- ・MMTに使用できる材料のヤング率を測定し、細胞操作を行うMMTの材料選定を行った。
- ・2種類の材料を組み合わせたHybrid MMTの開発に成功し、局所的剛性・磁性制御可能なMMTを製作した。
- ・Hybrid MMTの駆動距離は、従来のMMTの約6倍に改善された。(50 μm , 300 μm)
- ・Hybrid MMTを用いることで、ドロップレットをオンデマンドで生成することに成功した。
- ・今後サイズ制御可能なオンデマンド液滴生成技術を完成させる。

References :

- Y. Kihara, Y. Yamanishi, S. Sakuma, F. Arai, "Magnetically Driven Robot-on-a-chip (MDRoC) —Part 2: Design and Fabrication of Hybrid MMT —", Proc. 2009 JSME Conf. on Robotics and Mechatronics (ROBOMECH2009), 2A2-L02, Fukuoka, 2009.