

拡張アンカーと細胞診ブラシを備えたカプセル型医療機器

山崎悠貴、本田 崇
(九工大)

Medical capsule device with cytology brush and expansion anchors

Y. Yamasaki and T. Honda
(Kyushu Institute of Technology)

はじめに

著者らはカプセル内視鏡に細胞診機能を付与するために、外部磁界で駆動可能な細胞診ブラシを報告している¹⁾。しかし、その場にとどまる機能がないという欠点があった。今回、ボルトとナットで構成する磁気アクチュエータを新たに採用し、拡張アンカーと細胞診ブラシをカプセル内に構成したので報告する。

素子構成

Fig.1 にカプセル($\phi 11\text{mm} \times 26\text{mm}$)に組み込んだ素子構成を示す。両機能とも、カプセル長軸に設置されたボルトとそれに挿入されたナットが基本構成となる。ボルトは両端で保持され、後部に径方向に着磁された円盤状 NdFeB 磁石が取り付けられている。長軸に垂直な面内に回転磁界を印加すると、磁気トルクによってボルトが回転する。ここでナットが回転しないよう拘束されていれば、送りねじの原理でナットはボルト上を直動する。ナットにはワッシャーを介してスクリーブブラシと3本の拡張アンカーが取り付けられている。ブラシはナットの直動に連動し、突出、擦過、格納の各動作を行う。アンカーは、厚さの異なる2枚の短冊状 PET フィルムを重ねて先端を接着し、内側端部をワッシャーに、外側端部をカプセル筐体にそれぞれ固定している。ナットをブラシが突出する方向に動かすと、内側の PET フィルムを押し込まれ、アンカーはカプセルの外側に大きく拡張する。なお、各部の寸法は図に示す通りである。

実験結果

駆動には、3軸ヘルムホルツコイルを使用し、バイポーラ電源に接続された PC 及びシナルプロセッサによって駆動磁界を制御した。空気中での実験で各動作を確認した後、実際の環境を模擬するために、カプセルをブタの小腸に挿入し、500Pa の水圧環境下において駆動した。その結果、90Oe 以上において、アンカーが全て拡張することを確認した。Fig.2 にブタ小腸内でアンカーを拡張している様子を示す。図の右上はアンカー拡張時の正面写真(空気中)である。次に、アンカー拡張後のカプセルのブタ小腸内における固定力を測定した。初期状態での固定力が 150mN に対し、拡張後は 1N 以上まで増加した。最後に、細胞診ブラシによる細胞採取の確認を行った。アンカーが全て拡張した後、回転磁界の回転方向を周期的に反転させ、ブラシを往復運動させたときの擦過長は 2mm であった。11Hz、5sec で擦過後の細胞採取量は、3mg であった。

参考文献

- 1) K. Hajima, M. Yamashita and T. Honda, Int. J. Appl. Electromag. Mech., Vol.50, 167-176(2016)

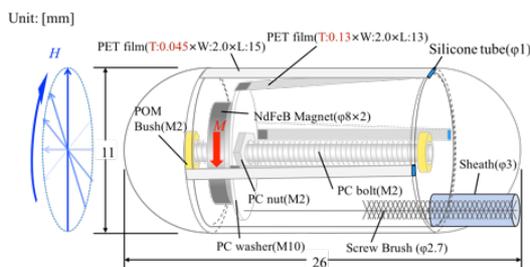


Fig.1 Structure of lead screw type actuator.

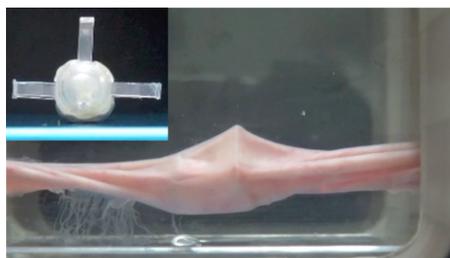


Fig.2 Photograph of operation in a pig's small intestine under water pressure