

カプセル型医療機器のための磁気駆動薬物放出機構の開発

富永 洋平、本田 崇
(九州工業大学)

Development of magnetically driven drug release mechanism for capsule medical device

Y. Tominaga, T. Honda
(Kyushu Inst. of Tech.)

はじめに

カプセル内視鏡は、被検者が自ら飲み込むだけで消化管内をワイヤレスで観察できる錠剤型の小型内視鏡であり、国内外で広く臨床に供せられるようになった。しかし、その機能は観察のみであり機能面で大きく劣る。そこで、本研究では外部磁界を用いたワイヤレス駆動方式に着目し、消化管内の病変部位に直接薬物を放出する機構を提案し、その有用性を確認したので報告する。

素子構成と動作原理

本研究では、薬物放出機構として蛇腹タンク型とバルーンタンク型の2種類の薬物投与方法を考案した。両機構とも永久磁石及びボルトとナットをアクチュエータとして採用しており、体外から回転磁界を印加することでワイヤレス駆動する。

はじめに蛇腹タンク型について述べる。Fig.1 に素子構成を示す。外径 11mm、長さ 31mm のカプセル管体内部の中心軸に、両側をブッシュで回転できるように支えたボルト(M2)を設置し、直径方向に磁化された円盤状の NdFeB 磁石($\phi 8\text{mm} \times 2\text{mm}$)を取り付けた。スライダとしてナット(M2)を挿入している。さらに、ゴム製の蛇腹タンク(外径 9mm、内径 4mm、容量 0.14mL)にシリコンチューブ(内径 1.0mm)を取り付けており、ナットがタンクを押すことでカプセル先端から薬物を放出することができる。Fig.2 に動作原理を示す。回転磁界をカプセルの長軸方向に対し垂直な面(同図では xz 平面)に印加することで駆動する。磁石の磁気トルクによってボルトが回転し、送りネジの原理でナットが直動することによって薬物を蛇腹タンクから押し出す。薬物放出後は逆向きの回転磁界を印加し、ボルトを逆回転させることでアクチュエータを初期位置まで戻す。小腸内を模した環境下で、磁界強度 150Oe、周波数 4Hz の回転磁界を印加で薬物の放出を確認した。

次にバルーンタンク型について述べる。Fig.3 に素子構成を示す。外径 11mm、長さ 26mm のカプセル管体内部の直径方向にナット(M2)を固定し、直径方向に磁化された円盤状の NdFeB 磁石($\phi 8\text{mm} \times 2\text{mm}$)を取り付けたボルト(M2)を挿入することでアクチュエータを構成する。バルーンタンクはシリコンゴム製で容量が 0.8mL と蛇腹タンク型よりも 5 倍程度多い。タンクから伸びる放出用シリコンチューブは、途中でボルト先端が圧迫しせき止めている。Fig.4 に動作原理を示す。回転磁界をボルトに対し垂直な面(同図では xy 平面)に印加すると、永久磁石及びボルトが回転しながら z 軸方向に動く。その結果、流路が開放され薬物が放出される。また、放出量はボルトの回転数により制御することができる。磁界強度 150Oe、周波数 0.5Hz の回転磁界を印加し、放出を確認した。

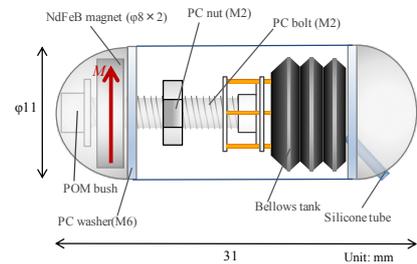


Fig.1 Configuration of the capsule.
(Bellows tank type)

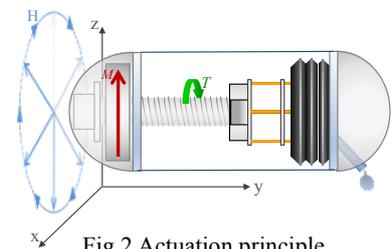


Fig.2 Actuation principle.
(Bellows tank type)

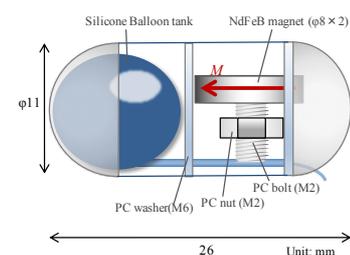


Fig.3 Configuration of the capsule.
(Silicone balloon tank type)

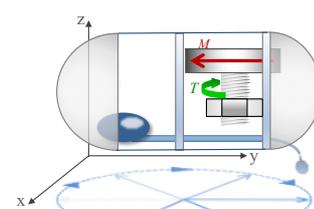


Fig.4 Actuation principle.
(Silicone balloon tank type)