

カプセル型医療機器に内蔵可能な磁気駆動生検機構

松井利樹、本田崇
(九工大)

Magnetically driven biopsy mechanisms incorporated into capsule-type medical device

T. Matsui, T. Honda
(Kyushu Inst. of Tech.)

はじめに

カプセル内視鏡は小腸検査に広く用いられるようになったが、その機能は現状では観察に限定される。本研究では、診断もできる次世代カプセル内視鏡への搭載を目指し、外部磁界でワイヤレス駆動可能な3種類(タイプA,B,C)の生検機構を考案した。本報ではそれらの試作と評価結果について報告する。

素子構成と動作原理

生検機構を組み込むカプセル管体の寸法は、直径11mm、長さ31mmとした。生検機構はいずれも永久磁石を固定したボルトとナットを組み合わせた機構で構成し、回転磁界から受ける磁気トルクで動作する。以下にそれぞれの概要を示す。

タイプ A

Fig.1 にタイプ A の基本構成と動作原理を示す。ボルト(M2)の一端に円筒刃($\phi 2\text{mm}$)、他端にNdFeB磁石($\phi 4\text{mm} \times 2\text{mm}$ 、径方向着磁)を取り付けたもので、カプセルの長軸方向に対して垂直に固定したナットに挿入し構成される。x-y平面に回転磁界を印加すると、磁石が磁気トルクを受け、円筒刃が回転しながらカプセル側面から突出する。円筒刃が生体組織を切り取った後、逆方向の回転磁界を印加することで、組織の回収を行う。

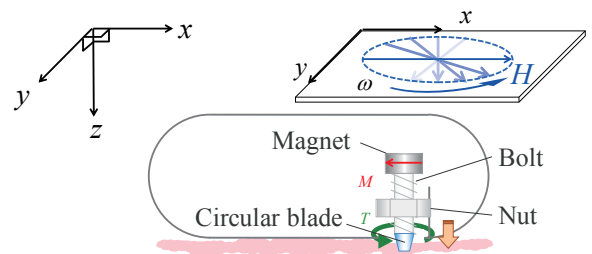


Fig.1 Actuation behavior of Type A

タイプ B

タイプ B は、2つの円筒刃(可動刃と固定刃、 $\phi 8\text{mm}$)でカプセル側孔内に食い込んだ組織を挟み切る機構を採用した。Fig.2 に基本構成と動作原理を示す。カプセル中心軸に配置したボルト(M2)にNdFeB磁石($\phi 8\text{mm} \times 2\text{mm}$ 、径方向着磁)を固定し、スライダとして可動刃を取り付けたナット(M2)を挿入し構成する。y-z平面に回転磁界を印加すると、ボルトが回転しナットがカプセル長軸方向に直動することで2つの円筒刃間の組織を挟み切除する。

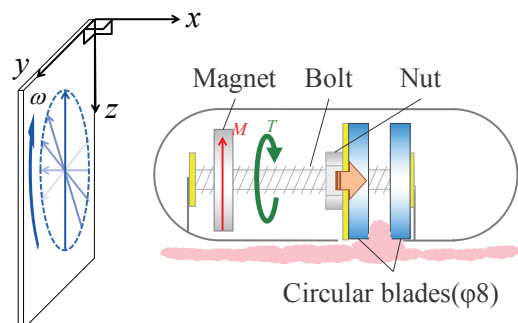


Fig.2 Actuation behavior of Type B

タイプ C

Fig.3 にタイプ C の構造と動作原理を示す。2つの鉗子カップの開閉で組織を切り取る機構を採用した。構造は、タイプ B のスライダに対し可動刃の代わりに市販の鉗子の芯と圧縮バネを組み合わせた機構を取り付けている。動作は、4段階で行われる。まず y-z 平面に回転磁界を印加することで、鉗子を筐体前方に突出させる。続いて、さらに磁界を印加することでバネを圧縮しながら芯を押し込み鉗子が開く。ここで y-z 平面に逆方向の回転磁界を印加すると、バネの弾性力で中心の芯が引き戻され鉗子が閉じ組織を採取する。その後、更に磁界を印加することで、鉗子を閉じた状態を保持したまま鉗子を筐体内に格納する。

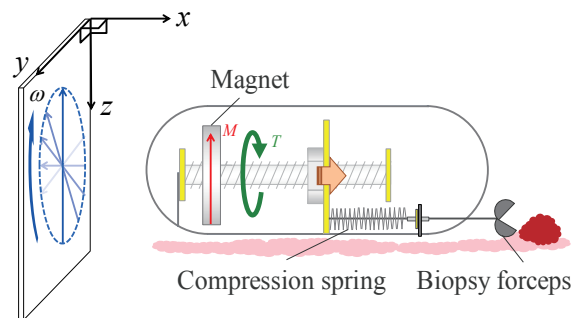


Fig.3 Actuation behavior of Type C