

損失性液体中の微露出カプセルダイポールアンテナ Slightly Exposed Capsule Dipole Antenna in Lossy Liquid

佐藤 弘康 陳 強

Hiroyasu Sato Qiang Chen

東北大学大学院工学研究科

Graduate School of Engineering, Tohoku University

1. はじめに 筆者らのグループはこれまでカプセル内視鏡サイズのアンテナ設計を進めており、損失が大きい体内/体外間の送受最大受信電力に関する評価を進めてきた [1, 2]. 一方で近年は錠剤サイズ、あるいは入れ歯サイズのアンテナ開発が望まれている. 本稿では、中空カプセル内に置かれたダイポールアンテナの小形化手法について述べる.

2. 構造 液体は温度 18°Cの純水とし、(FD)2TD 法を用いて分散性を考慮し解析する. カプセルダイポールアンテナの構造を図1に示す. 全長 $l+2d+2\delta$ のダイポールアンテナを長さ L , 幅 D の中空カプセル内に挿入している. ここで、 δ はカプセル外部の純水に接触している部分長とする.

3. 解析結果 モデル A. カプセル内視鏡モデル ($L=30$ mm, $D=10$ mm), モデル B. 錠剤モデル ($L=8$ mm, $D=10$ mm), モデル C. 入れ歯モデル ($L=30/60$ mm, $D=30$ mm) の3種について、表1に示した構造を解析した. A-1とA-2は $l+2d$ が同程度であり同じ共振周波数 $f_r=1$ GHz が得られたが、カプセル内部においてアンテナ長 $l+2d$ を増加することでA-4では f_r が 0.76 GHz まで低下した. A-5とBも $l+2d$ が同じでありカプセル長 L が異なっているが同じ f_r が得られている. Aよりも大きい入れ歯モデルCでも同様にカプセルサイズが異なっても $l+2d$ が同じ場合は同一の f_r が得られた. どのモデルも $\delta=1$ mm を与えており、僅かな露出長 δ を与えることで、 $l+2d$ の値が液中波長 $\lambda_g=\lambda_0/\sqrt{\epsilon_r}$ に対し1波長共振が得られることを確認した. 一例として、A-4: 内視鏡モデル, B: 錠剤モデル, C-2: 入れ歯モデルの反射係数の周波数特性を図3に示す. これらの結果から推察される動作原理として、カプセル表面の導電性媒質がカプセル内部の導線と合わせてループを構成しているものと考えられる. なお、この微露出長 δ は入れ歯に利用される金属を利用でき、実用上問題ない手法と考えられる.

4. まとめ 損失性液体中における微露出カプセルダイポールアンテナを提案し、カプセル内部のダイポール長を増加させて小型化できることを示した.

謝辞 本研究の一部は独立行政法人科学技術振興機構(JST)の研究成果展開事業「センター・オブ・イノベーション(COI)プログラム」の助成を受けて行われた.

参考文献

- [1] H. Sato, Y. Li, and Q. Chen, "Measurement of dipole antenna in deionized water," in Proc. International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP 2015), S3.8.7, pp. 618-620, Tasmania, Australia, Nov. 2015.
- [2] Y. Li, H. Sato, and Q. Chen, "Capsule Antenna Design based on

Transmission Factor through the Human Body," IEICE Transactions on communications, June 2017.

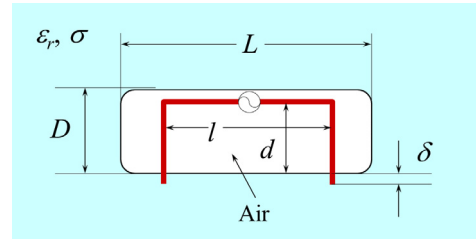


図1 液中微露出カプセルダイポールアンテナの構造 (純水: デバイ分散 $\epsilon_r=4.9$, $\epsilon_s=81.5$, $\tau=1.05e-11$ [s], [1])

Model	L	D	l	d	δ	$l+2d$	$f_{r, Sim}$ [GHz]	Γ [dB]
A-1	30	10	28	1	1	30	1.04	-22.4
A-2	30	10	18	5	1	28	1.00	-22.9
A-3	30	10	28	5	1	38	0.86	-26.7
A-4	30	10	28	9	1	46	0.76	-19.0
A-5	30	10	6	9	1	24	1.11	-10.8
B	8	10	6	9	1	24	1.11	-11.9
C-1	30	30	28	1	1	30	1.00	-25.0
C-2	30	30	28	29	1	86	0.50	-12.7
C-3	30	30	28	15	1	58	0.64	-20.9
C-4	60	30	28	15	1	58	0.63	-20.9

図2 構造パラメータと共振周波数及び反射係数

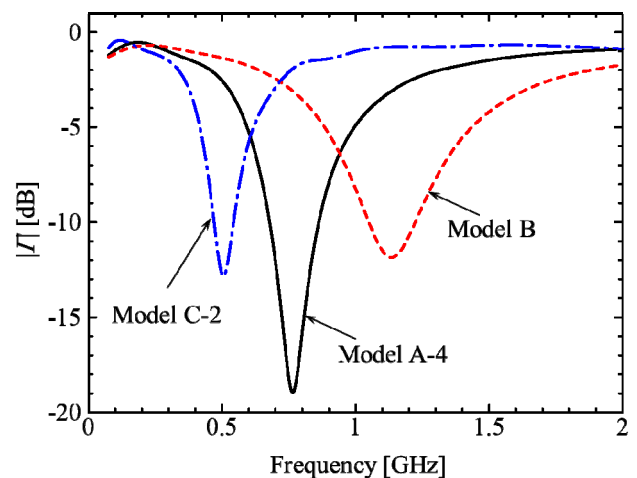


図3 反射係数の周波数特性 (A-4: 内視鏡モデル, B: 錠剤モデル, C-2: 入れ歯モデル)