

自然波動観測用サーチコイルの複共振化に関する検討

高橋 健 [1]; # 尾崎 光紀 [2]; 八木谷 聡 [3]

[1] 金沢大・自然科学・電情; [2] 金沢大・理工・電情; [3] 金沢大

Development of a Dual Resonant-Search Coil for Plasma Wave Measurement

Ken Takahashi[1]; # Mitsunori Ozaki[2]; Satoshi Yagitani[3]

[1] Electrical and Computer Eng, Kanazawa Univ.; [2] Electrical and Computer Eng., Kanazawa Univ.; [3] Kanazawa Univ.

For magnetic field measurement by ground-based and satellite experiments, we will use search coil magnetometers which are based on Faraday's law. A typical search coil having one resonance consists of a single set of solenoidal coil and magnetic core. Since the frequency response of the search coil is mainly determined by its resonant frequency, it is difficult to achieve a wide bandwidth measurement by using conventional search coils.

On the other hand, the DBSC (Dual Band-Search Coil) was developed as a wideband search coil by generating two resonances. The DBSC consists of two solenoidal coils for the LF and HF bands with a shared magnetic core. Since each solenoidal coil is independent, the DBSC creates two resonances with the two preamplifiers for each band.

In this study, we have developed a new type of sideband search coil (DRSC: Dual Resonant-Search Coil) which has two resonances with a single set of sensor and preamplifier. The idea of the DRSC is similar to the DBSC. Two solenoidal coils for the LF and HF bands are wound on the same magnetic core. Two solenoidal coils are coupled by a capacitor C_x . The DRSC has two resonances by utilizing the capacitive coupling and negative mutual inductance between the LF and HF coils. In the low frequency band, the DRSC can operate as the LF coil because the impedance of C_x is very large. In the high frequency band, the resonance due to the HF coil occurs because the impedance of C_x becomes very small. Therefore DRSC can create two resonances with a single set of sensor and preamplifier. The noise equivalent magnetic induction of the prototype of DRSC achieves $40 \text{ fT/Hz}^{1/2}$ at 3 kHz and $14 \text{ fT/Hz}^{1/2}$ at 140 kHz.

In this presentation, we will explain the principle of the DRSC in detail. We will also report the comparison between theoretical and the measured results of the prototype DRSC.

地上観測や科学衛星における自然電磁波動の交流磁界測定には、ファラデーの法則を利用したサーチコイルが用いられる。一般的なサーチコイルは、一組のコイルと磁性体コアで構成され、一つの共振点を持つ。そのため共振周波数付近で最も感度が良くなるという特徴がある。一方で一つの共振点しか持たないため、サーチコイルによる広帯域観測は困難であるという問題がある。これに対し従来研究では同一の磁性体コアに共振周波数の異なる二つのコイルを巻き、磁界検出感度の広帯域化を図った DBSC (Dual Band Search Coil) がある。しかし DBSC は互いのサーチコイルが独立であり、増幅回路がそれぞれのコイルに対して必要になるという欠点がある。

本研究では複共振という現象に着目し、容量結合と負の相互インダクタンスを用いて、一つの回路上に複数の共振点を持つ DRSC (Dual Resonant Search Coil) の開発を行った。これにより DBSC のような広帯域で高感度なセンサ特性を一つのセンサと増幅回路だけで実現することが可能になった。

DRSC は、DBSC と同様に同一の磁性体コアに共振周波数の異なる二つのコイルを巻き、その二つのコイルを結合コンデンサ C_x で結合するという構造である。この一つのコンデンサを追加するだけという単純な構造で複共振を実現できる点が本研究の大きなメリットである。低周波では C_x のインピーダンスが非常に大きく、スイッチが OFF のような状態になるため、低域用コイルのみに見える。しかし、高周波になると C_x のインピーダンスが小さくなり、スイッチが ON のような状態になるため、高域用コイルでの共振が生じる。よって、DRSC では二つの共振を得ることができる。試作した DRSC の感度は 3 kHz で $40 \text{ fT/Hz}^{1/2}$ 、140 kHz で $14 \text{ fT/Hz}^{1/2}$ であった。

本発表では、DRSC を電氣的等価回路で表現し動作原理を詳細に説明する。また、理論式と実測の比較結果についても説明する。