

軟磁性材料薄帯を用いた電波時計用アンテナの検討

日大生産工(院) ○守谷 陸 日大生産工 矢澤 翔大 新妻 清純
東静工業株式会社 佐久間 穂崇 渡邊 洋

1. まえがき

近年、電波はテレビや時計、携帯電話やカーナビなど、あらゆる電子機器に利用されている。中でも電波時計は、正確性の高さから、携帯電話が普及している現在でも様々な場所で使用されており、今後も一定の需要が見込まれている。

電波時計とは、標準電波を受信し時刻とカレンダーを自動修正する機能をもつ時計である。

電波の受信部には、粉末焼結体であるフェライト棒状磁心が一般的に搭載されている。しかし、焼結材料であるため衝撃に弱く割れやすいという欠点をもち、極端な小型・薄型化が困難である。

本研究では、フェライトより耐衝撃性があり、かつ小型・薄型化可能な新材料として、積層型アンテナを開発及び検討する。

積層型アンテナとは、磁性材料薄帯を複数枚重ねたモノであり、薄型アンテナの作製が容易である。また、高飽和磁束密度・高透磁率な磁性材料を扱うことによって、小型化が期待されている。

既に、軟磁性材料であるナノクリスタル磁性材料薄帯を用いた積層型アンテナで、実際にフェライトアンテナと同様に電波受信が行われ、電波クロックが正常に動作することを明らかにした。

今回は、ナノクリスタル磁性材料を用いた積層型アンテナの作製条件を変化させたときの磁気特性への影響を比較・検討した。

ナノクリスタル磁性材料とは、Fe 基のアモルファスに Nb と Cu を添加することによって結晶化させた合金である。結晶粒を微細化して結晶磁気異方性を下げることにより、高飽和磁束密度、高透磁率、低損失と優れた軟磁気特性を示す。

2. 実験方法および測定方法

材料幅約5mmのナノクリスタル磁性材料薄帯を用いて積層型アンテナを作製した。実際にケースに搭載したものをFig.1に示す。

厚さは最大約5mm、長さは30mm、50mm、70mm、巻き線のターン数を20から500に変化させて作製を行った。



Fig.1 ケースに搭載した積層型アンテナ

その後、作製した試料を測定用コイルに入れ、インピーダンスアナライザ（HIOKI 社製、型番 IM3570）を用いて、インダクタンス L 、抵抗 R 、品質係数 Q を測定した。このときの測定周波数 f は、電波時計の時刻修正に用いる 40kHz とした。測定に使用したコイルを Fig.2 に示す。

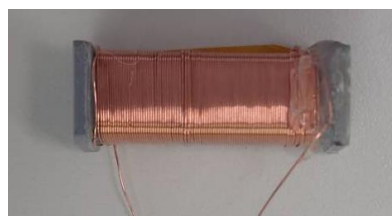


Fig.2 測定用コイル

品質係数 Q （以下 Q 値と示す）とは、コイルの品質を表すパラメータであり、Quality Factor（品質係数）の略である。 Q 値が高いほど損失が少なく、優れた受信性をもっている。 Q 値は、

$$Q = \frac{2\pi fL}{R} \quad \dots (1)$$

Examination of Antennas for Radio-Controlled Clocks Using Thin Strips of Soft Magnetic Materials

Riku MORIYA, Shota YAZAWA, Kiyozumi NIIZUMA,
Hotaka SAKUMA, Hiroshi WATANABE

で求められる。本研究では、周波数 f は40kHz一定であるため、インダクタンス L と抵抗 R の値によって Q 値が決まる。

3. 実験結果

インダクタンス L 及び抵抗 R のターン数依存性をFig.3に示す。Fig.3は横軸がターン数、左縦軸がインダクタンス L 、右縦軸は抵抗 R を表している。

Fig.3の結果から、ターン数が増加するにつれて、インダクタンス L 及び抵抗 R が増加していく傾向が確認できる。

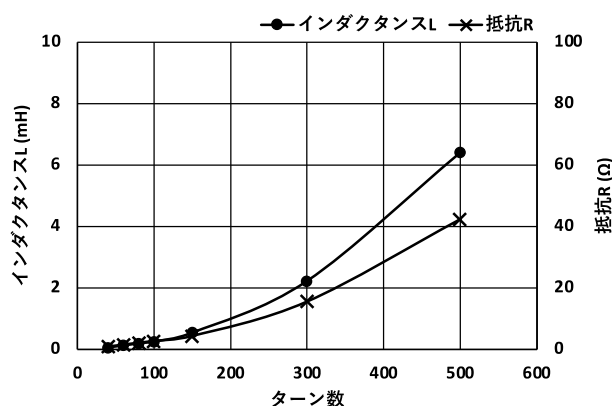


Fig.3 インダクタンス L 及び抵抗 R のターン数依存性

次に、品質係数 Q のターン数依存性をFig.4に示す。Fig.4は横軸がターン数、縦軸が品質係数 Q を表している。

Fig.4の結果から、ターン数が増加するにつれて、 Q 値は増加していく傾向が確認できる。また、200ターンから徐々に傾きが緩やかになり、300ターン以降では飽和に近い傾向を示している。これは、(1)の式の関係からインダクタンス L の増加に対して、抵抗 R がインダクタンス L と同様の増加率で増え始めたことが原因として考えられる。

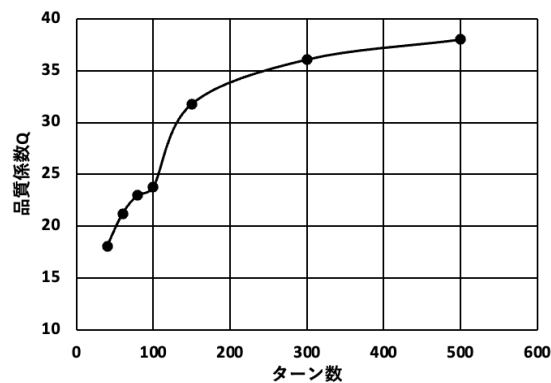


Fig.4 品質係数 Q のターン数依存性

4. まとめ

本研究では、ナノクリスタル磁性材料薄帯を用いた積層型アンテナを作製し、ターン数を変化させた際の磁気特性を測定した。

実験結果から、ターン数増加に伴いインダクタンス L 及び抵抗 R も増加する傾向が確認できた。

また、品質係数 Q も増加する傾向があるが、300ターン以降ではほぼ飽和することが確認できた。飽和の原因として、抵抗 R の増加によるものと考えられる為、より高い Q 値を得るには、いかに抵抗 R を最小限に抑えるかが重要だと考える。

参考文献

- 1) 川合 茂一 「電波時計(長波受信用)フレキシブルアンテナの開発」 日本時計学会誌 vol.48 No.4, (2004)
- 2) 日立金属株式会社 山内 清隆 「アモルファス金属及びファインメットの応用について」 P5-2 [1-7]
- 3) 高田 顕齊 「時計技術解説クォーツ時計Ⅷ. 電波修正機能付き時計」 日本時計学会誌 vol.62 No.219 (2018)
- 4) 八宗岡 正 「ウオッチ電波時計の技術動向と展望」 日本 時計学会誌 vol.53 No.200 (2009)
- 5) 日本磁気学会 高梨 弘毅 「磁気工学入門」 (2008) P47-48