

磁性複合材を用いた電波時計用アンテナの製作方法の検討

日大生産工(院) ○吉峯 潤 日大生産工 矢澤 翔大 新妻 清純
東静工業（株） 渡邊 洋

1. まえがき

磁性材料は、スマートフォンをはじめテレビやラジオ、時計など、日常生活のあらゆるところで使用されている。中でも電波時計は、正確性の高さから、スマートフォンなどが普及している現在でも様々な場所で使用され、今後も一定の需要が見込まれている。現在、磁性材料の中でも多く使用されているフェライトは、酸化鉄を主成分とし、マンガン、ニッケルなどの金属を適切な割合で混合・焼結した材料であり、磁気ひずみが小さく、高い透磁率が得られる酸化物磁性材料である。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、極端な小型化が難しい。また、一部の高級な時計に使用されているアモルファス金属箔を用いた電波時計アンテナは磁気特性に優れ、高感度化で、薄型化に有効な材料として高く評価されたがアモルファス材料が高価で、抜き打ち積層一体化といった工程のかかるプロセスであるという欠点があった。

本報告では、磁性粉と樹脂の複合材料で磁性複合材を作製し、加圧力、加圧時間を変化させ、性能を検討した。

2. 実験方法

作製した複合材料を治具の溝に投入し、熱プレス機で加圧を行った。

加圧力は、加圧時間 10 秒、加圧保持時間 10 秒で一定に設定して、加圧力 P を 2MPa から 20MPa まで変化させ測定した。

治具を冷却して門型プレス機で複合体を取り出した。磁性粉と樹脂の複合体を Fig. 1 に示す。複合体を電子天秤で質量を測り、治具の溝の幅 5(mm)、溝の長さ 50(mm)の時の密度を求めた。計算式を以下に示す。

$$\text{密度} = \frac{\text{質量(g)}}{5(\text{mm}) \times 50(\text{mm}) \times \text{溝の深さ(mm)}} \times 1000(\text{g/cm}^3)$$



Fig.1 磁性粉と樹脂の複合体

2.1 複合体の電気特性測定

150回巻いたケースに複合体を入れる。ケースを Fig. 2 に示す。ケースを 40 kHz でインピーダンスアナライザを用いて L 値、 Q 値の測定を行う。 Q 値(品質係数)は回路損失を示す。 Q 値が高いと損失が少ないことが知られている。

$$Q = \frac{\omega L}{R}$$

共振回路の共振周波数 f_0 は、

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

で求められる。 L 値により f_0 が決定する。



Fig. 2 複合材を入れるケース

Investigation of Fabrication Method of Antennas for Radio-controlled Watches
using Magnetic Composite Materials

Jun YOSHIMINE, Shota YAZAWA and Kiyozumi NIIZUMA

3. 実験結果および検討

本研究では、企業との共同研究であるため詳細な数値は記載しないものとする。

Fig. 3 に複合体試料の密度と加圧力の関係を示す。Fig. 3 では縦軸は複合体の密度、横軸は複合体コアにかけた加圧力である。加圧力を変化させたとき 20.8 MPa で密度(g/cm^3)が最大となり、加圧力を上げるほど密度は若干大きくなる。

Fig. 4 に Q 値と加圧力の関係を示す。Fig. 4 では縦軸は Q 値、横軸は複合材コアにかけた加圧力である。Fig. 4 より加圧力を変化させたところ Q 値 4.5 MPa が最大となった。また、加圧力をかけ過ぎると Q 値が下がってしまうことがわかった。

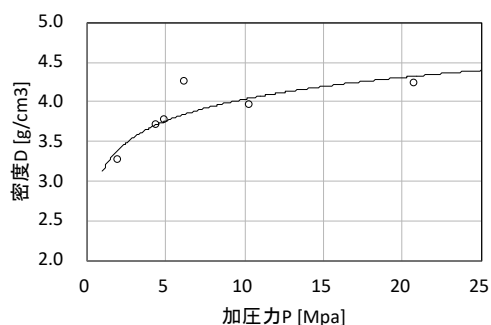


Fig. 3 複合体コアの密度と加圧力の関係

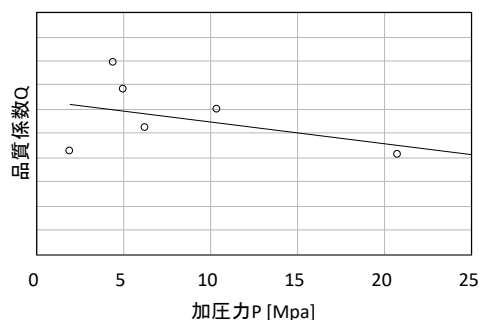


Fig. 4 Q 値と加圧力の関係

複合体コアの密度と加圧時間の関係を Fig. 5 に示す。Fig. 5 では縦軸は複合体コアの密度、横軸は、複合体コアにかけた加圧時間である。Q 値と加圧時間の関係を Fig. 6 に示す。Fig. 6 では縦軸は Q 値を横軸には複合体コアにかけた加圧時間である。Fig. 5 から加圧時間を変化させたとき、30 秒までは、加圧時間が長いほど密度は高くなるが、それ以降は変わらないことがわかる。Fig. 6 から加圧時間をかけることにより、品質係数の Q の値は徐々に下がっていくが、

大きい差は見られなかった。

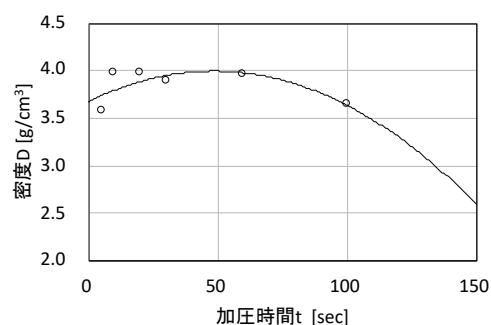


Fig. 5 複合体コアの密度と加圧時間の関係

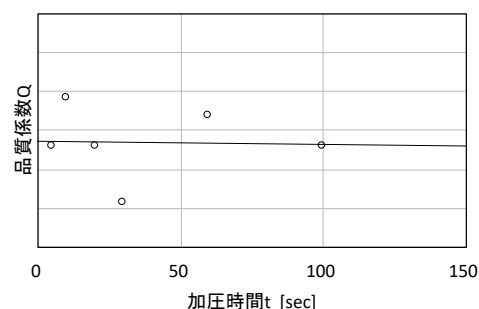


Fig. 6 Q の値と加圧時間の関係

4. まとめ

磁性粉と樹脂の複合材料で磁性複合材を作製し、性能を検討した。結果から加圧力を上げるほど密度は上昇し、最も Q 値、L 値の特性が良い圧力は 4.5 MPa であることがわかった。加圧時間は、6 MPa の圧力一定のもとで、加圧時間を変化させると品質係数の Q の値は徐々に下がっていくが、大きい差は見られなかったため、加圧時間の変動による変化はあまり見られなかった。

参考文献

- 1) 森川 容雄 (通信総合研究所) 「通信総合研究所の時間・周波数標準と標準電波」
- 2) 河合 茂一 「電波時計(長波受信)用フレキシブルアンテナの開発」
- 3) 佐野貴司, 南成敏, 小谷忠, 荒木博和, 三田正裕 「電波腕時計用アモルファス鉄心アンテナ: 小型・耐衝撃性に優れた受信アンテナの実現」