

磁性塗布型木材の作製とその磁気特性に関する実験的検討

Experimental Study on Manufacturing and Magnetic Characteristics of Magnetic Coating Wood

○戸舘 悟, 岡 英夫

○Satoru Todate, Hideo Oka

岩手大学

Iwate University

キーワード: 木材 (wood), 磁性粉末 (magnetic powder), 塗料 (paints),
磁性木材 (magnetic wood), 複素透磁率 (complex permeability)

連絡先: 〒020 盛岡市上田4丁目3-5 岩手大学工学部電気電子工学科 岡研究室 岡英夫,
Tel. & Fax.(019)621-6389, E-mail: hoka@msv.cc.iwate-u.ac.jp

1. はじめに

先に筆者らは、木材と磁性体を複合することにより、従来の木材では持ち得なかった磁氣的機能性を有する磁性木材の研究を行ってきた^{[1]~[5]}。

この磁性木材の作製法は、磁性流体を木材内部に注入する減圧・加圧含浸法や、木粉と磁性粉を混合し合成樹脂接着剤で形成する方法 (以下粉体系磁性木材) 等により作製されていた。

しかし、減圧・加圧含浸法では磁性流体の注入が不完全であり、また磁性流体は低透磁率材料であるため十分な磁気特性が得られていない。一方、粉末系磁性木材においても磁気特性向上のための十分な研究は成されておらず、木粉を用いているため木材独特の木目からくる美観や、吸音性

などの特徴を失ってしまう。また作製において両者とも大がかりな装置を用いなければならず、簡単に作製でき且つ磁気特性の良好な磁氣的機能性を有する木材の実現が望まれていた。

そこで本研究では、新たな磁氣的機能性を有する木材の作製法として、フェライト微粒子などの磁性粉末を塗料に分散した磁性塗料を木材表面に塗布するという磁性塗布型木材を提案し、作製の簡素化を試みた。また塗布厚さを4段階に設定して作製し、適切な膜厚を見いだした。

さらに周波数100[Hz]~1.8[GHz]の複素透磁率を測定し、塗布厚さによる透磁率の差異について考察し、また従来型の磁性木材との比較・検討を行った。

2. 作製方法及び試料形状

2. 1 作製方法

磁性塗布型木材は、磁気特性を担う磁性粉末、磁性粉末のバインダーの役割を果たす塗料、基板となる木材で構成される。本研究では各材料の相性の良さ、取り扱い易さ及び磁性塗布型木材として成型した場合の特徴を考慮して使用する材料を選択した。

木材加工のおよび工業的に最も使用さ

れている塗料としてはニス系、ラッカー系、ウレタン樹脂系、漆塗料などが上げられる^{[6][7]}。これらの塗料と磁性粉末を混合するとニス系は磁性粉末が沈殿してしまい塗料の粘性がある程度必要であることがわかるが、粘性の強いウレタン樹脂系や漆塗料は粘性が強すぎて磁性粉末を混合した磁性塗料を膜として塗布するのが困難となる。このため使用する塗料は、磁性粉の分散性及び磁性塗料の取り扱い易さから

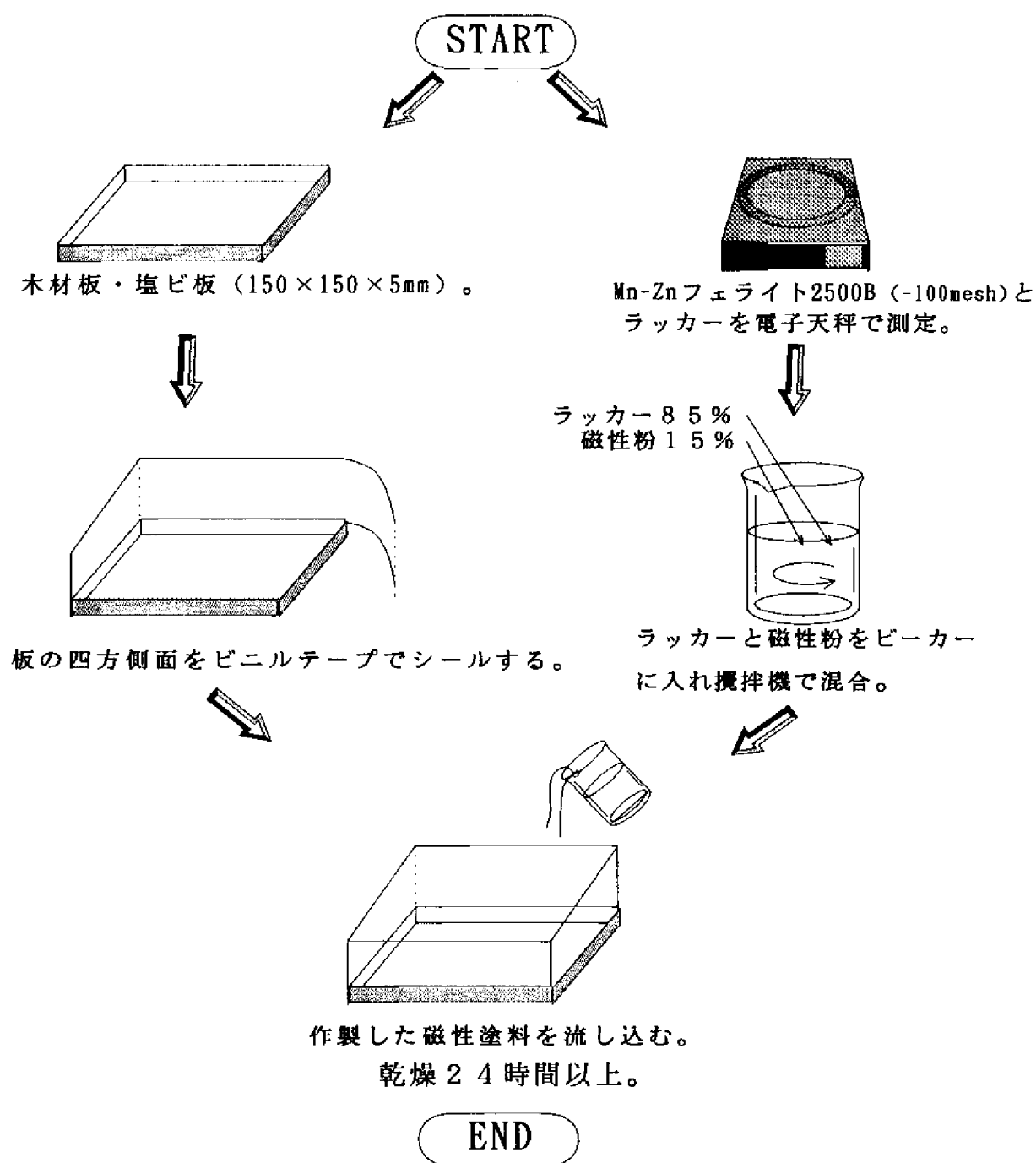


図1 磁性塗布型木材の作製工程

ラッカーが適当であると判断しこれを用いた。磁性粉末は酸化しないことや磁気的性能、低コストなどから Mn-Zn フェライト 2500B(-100mesh)^[8]を用いた。また基板となる木材は、磁性塗布型木材が面材としての応用が考えやすいため、一般的にフローリングなどの面材として使用され、入手が容易であったナラ（学名： *Quercus crispula* Bl.）^[9]を用いた。

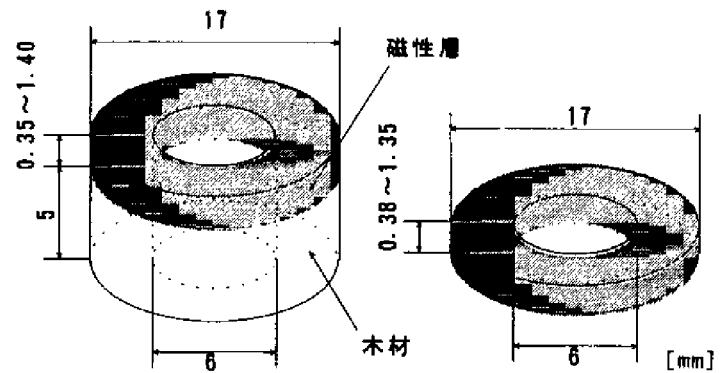
図1に磁性塗布型木材の作製工程を示す。一般に塗料を扱った作業は換気の十分な室内の常温・常湿のもとで行われるため、本研究においてもこれに従い室温 23℃湿度 30%のもとで作製及び試料の乾燥を行った。この磁性膜形成後の膜の状態及び膜厚による各特性への影響をみるため、磁性塗料の塗布厚は 1mm~4mm の4段階に設定し作製した。また木材表面は木材構造による多数の凹凸が存在するため、この穴に磁性塗料が入り込み磁気特性に影響を及ぼす可能性がある。そこで比較・検討材料として硬質塩化ビニル板を基板として用いた磁性膜試料を磁性塗布型木材と同様に作製した。

この磁性塗布型木材は木質構造をほとんど失うことなく作製できた。また塗布厚さを 1mm~4mm の4段階にして作製した結果 0.35mm~1.40mm の磁性層が得られ、3mm 塗布と 4mm 塗布のものは木材から磁性膜が剥がれやすい傾向がみられた。これは木材と磁性膜の伸縮性が異なるため、膜厚が厚くなるにつれ剥がれやすくなったものと考えられる。このことから塗布厚さは 2mm 塗布以下でが適当である。

2. 2 試料形状

本研究では、磁性塗布型木材の試料の磁

気的特性として複素透磁率の周波数特性を測定するが、そのテストフィクスチャに対応した形状寸法に加工を行う必要がある。複素透磁率の測定ではテストフィクスチャに適した形状であり、反磁界の影響がない環状試料に加工した。図2に測定に用いた試料の形状・寸法を示す。



(a)磁性塗布型木材 (b)磁性膜試料

図2 試料形状・寸法

3. 測定方法

複素透磁率の測定にはインピーダンス・マテリアル・アナライザ HP4291A 及びインピーダンス・ゲインフェーズ・アナライザ HP4194A を使用した。前者では短絡同軸型 (1[turn]方式) である磁性体測定用テストフィクスチャ HP16454A を用いて測定し、後者では直径 245[μ m]の銅線を 20[turn]巻いて測定した。

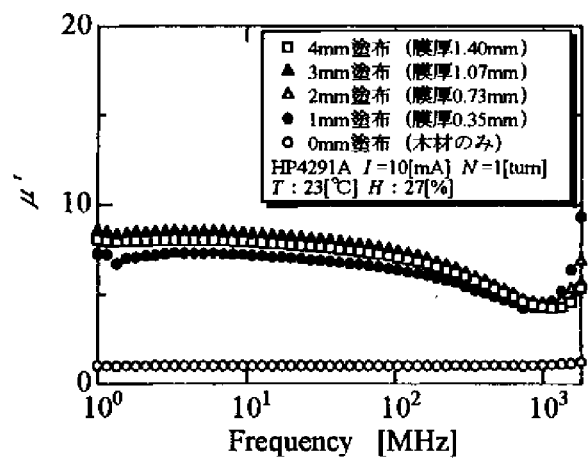
このテストフィクスチャ HP16454A を用いることにより、測定器の周波数範囲の全般に渡り共振の影響を少なくすることができる。

4. 測定結果及び検討

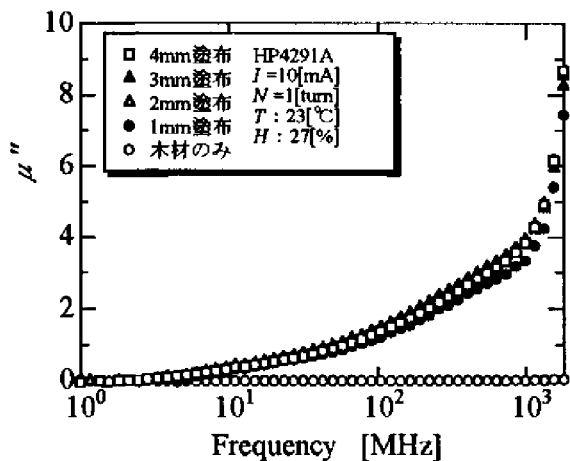
図3(a)(b)は磁性塗布型木材の 1[MHz]~1.8[GHz]の周波数帯域における複素透磁率の測定結果である。同図より磁性塗布型木材の複素透磁率は塗布厚さに関係なく

ほぼ同値、同傾向を示しており、塗布厚さの違いによる複素透磁率への影響は少ないと言える。また同図(a)の複素透磁率実数部 μ' は従来の磁性木材が2~4の値を示したのに対し^{[2][3][4]}、1[MHz]~100[MHz]付近までのかなりの高周波まで8前後一定と比較的高い値が得られた。同図(b)の複素透磁率虚数部 μ'' は高周波ほど急激な増加がみられ、磁気損失の周波数依存性が高いことがわかる。

図4(a)(b)は磁性膜試料の複素透磁率1[MHz]~1.8[GHz]の周波数帯域における複素透磁率の測定結果である。同図は、図3の磁性塗布型木材の特性とほぼ同値、同



(a)複素透磁率実数部

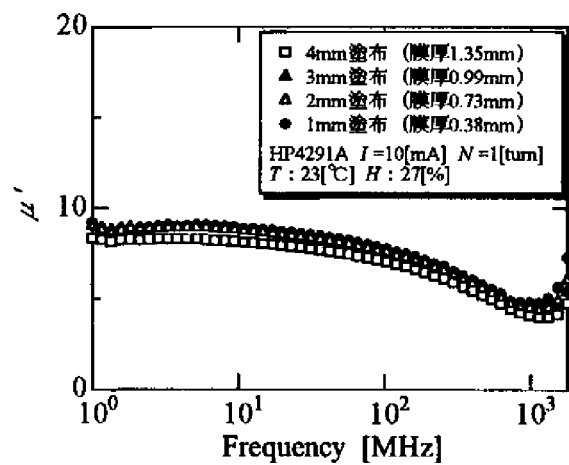


(b)複素透磁率虚数部

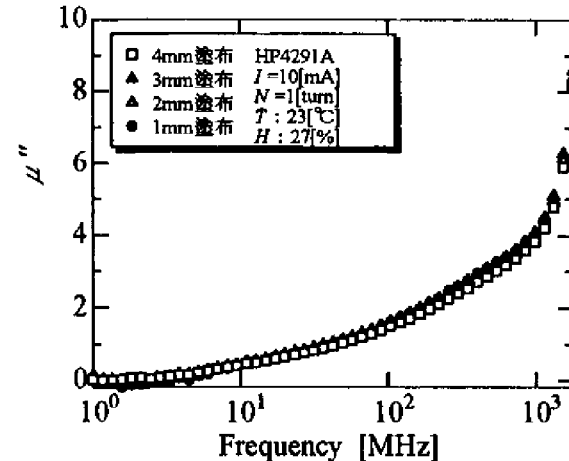
図3 磁性塗布型木材の複素透磁率1[MHz]~1.8[GHz]

傾向を示しており、このことから磁性塗布型木材の木材表面と磁性層の境界領域が複素透磁率に及ぼす影響は小さいと考えられる。

図5(a)(b)に磁性膜試料の100[Hz]~40[MHz]の周波数帯域における複素透磁率を示す。この複素透磁率実数部 μ' は塗布厚さが薄くなるにつれ高く約11~19一定の値となり、図4(a)の高周波側と比べ高い値を示している。これは環状試料に巻線を20[turn]巻いて測定したため、巻線間での漏れ磁束や試料と巻線間の空隙により磁束が増加したことが原因であると考えられ、定量的な検討・比較を行うには至



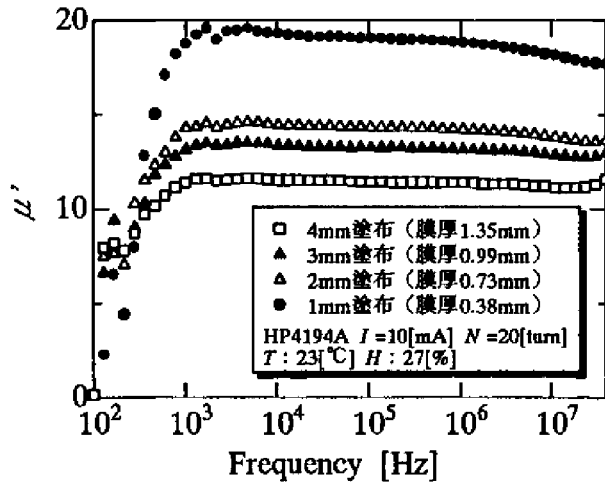
(a)複素透磁率実数部



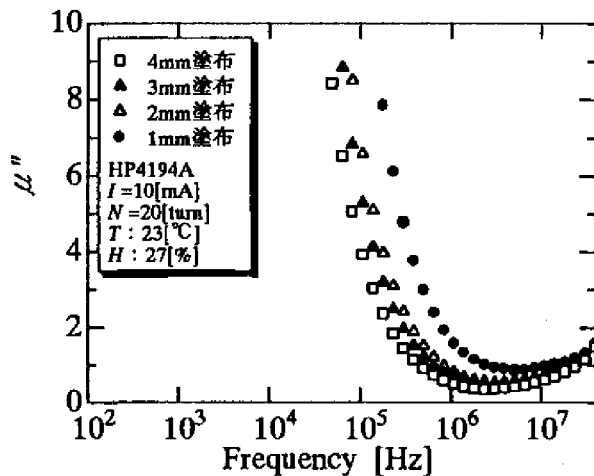
(b)複素透磁率虚数部

図4 磁性膜試料の複素透磁率1[MHz]~1.8[GHz]

らなかった。塗布厚さによる値の違いも、膜厚が 0.3[mm] ~ 1.4[mm] に対し 0.245[mm]の巻線を巻いたために、膜厚の薄い試料ほど先に述べた原因が顕著に現れたものと考えられる。このことから 100[Hz]~40[MHz]の周波数帯域における



(a)複素透磁率実数部



(b)複素透磁率虚数部

図5 磁性膜試料の複素透磁率 100[Hz]~40[MHz]

複素透磁率の測定について、空隙補正などの様々な改善が必要である。また、この周波数帯域では磁性塗布型木材の磁性層についての複素透磁率測定が困難であったため、測定精度・方法についてさらに検討していかなければならない。

表1は本研究で作製した磁性塗布型木材と従来の磁性木材との簡単な比較結果である。

5. まとめ

以上、磁性塗布型木材の作製法を提案し、その作製面および複素透磁率について次のことが明らかとなった。

(1) 塗料と磁性粉末を混合した磁性塗料を木材表面に塗布するという磁性塗布型木材の作製法は、従来の磁性木材の作製法と比べ大がかりな装置を用いることなく容易であり、また木質構造をほとんど失うことなく作製できた。また、作製した磁性塗布型木材は3mm塗布と4mm塗布のものは木材から磁性膜が剥がれやすい傾向があり、塗布厚さは2mm以下が適当であることがわかった。

(2) 磁性塗布型木材及び磁性膜試料の複素透磁率は、磁性層である磁性膜の厚さに関係なくほぼ同値、同傾向を示す。

(3) 磁性塗布型木材の複素透磁率は、磁性膜試料の特性とほぼ同値、同傾向を示すため、磁性塗布型木材の木材と磁性層の成

表1 磁性塗布型木材と他の磁性木材の性質・特性比較

	磁性流体含浸型木材	粉体系磁性木材	磁性塗布型木材
作製法	大がかりな装置	大がかりな装置	容易
木質性	良好	失う	良好
複素透磁率実数部 μ'	2~4	2~4	8前後
高周波特性 1[MHz]~100[MHz]	減衰	減衰	ほぼ一定

す境界領域が複素透磁率に与える影響は小さい。

(4) 磁性塗布型木材の複素透磁率実数部 μ' は、従来の磁性木材が 2~4 の値であるのに対し、100[MHz]付近の高周波まで 8 前後と比較的高い値が得られた。

(5) 低周波側の 100[Hz]~40[MHz]の周波数帯域における複素透磁率の測定は、巻線を巻いたことによる問題点が多く、今後この帯域での磁性塗布型木材の測定精度・方法の改善が必要である。

謝辞

最後に、木材試料を提供して下さった(株)マルイ造形家具工業 代表取締役 千葉重男氏に深謝致します。また、試料加工について御助言いただいた本学電気電子工学科工場 技術官 徳田春男氏に感謝致します。

なお、本研究の一部は文部省科学研究費萌芽的研究(岡)による。

参考文献

- [1] 岡：「磁気特性を有する木質材」，特許願 平 4-93131，(1992)
- [2] 伊藤・岡：「加圧法により作製した磁性木材の透磁率に関する実験的検討(1)」，電気学会マグネティックス研究会，Mag-93-145，pp.121~128，(1993)
- [3] 岡・八重樫：「磁性粉末と木粉による磁性木材の作製法と透磁率について」，第 18 回日本応用磁気学会 学術講演概要集，120B-1，p.24，(1994)
- [4] 瀬川・岡：「磁性木質材の作製とその温熱機能に関する実験的検討」，平成 8 年度計測自動制御学会東北支部研究集会資料，160-4，(1996)
- [5] H.Oka：「Basic Study of Magnetic Wood and its Application」，International Workshop on Wood and Magneto-electronics Morioka,Japan，pp.13~18,October 17-18，(1996)
- [6] 亀井：「塗料のデザインと技術」，森北出版，(1969)
- [7] 農林水産省農林試験場：「木材工業ハンドブック」，丸善，pp.422~445，(1982)
- [8] Tokin：「スイッチング電源用 フェライトコア DATA BOOK」，pp.23~26，(1983)
- [9] 上村：「木材の実際知識」，東洋経済，pp.221~234，(1994)