

平成21年 5月 8日現在

研究種目：基盤研究 (B)
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18360129
 研究課題名 (和文) 木質系室内用電波吸収ボードの内部構造と木質・電波吸収調和機能に関する基礎研究
 研究課題名 (英文) Basic research on indoor electromagnetic wave absorber concerning about internal structure and harmonic functions between electromagnetic wave absorption and woodiness.
 研究代表者
 岡 英夫 (OKA HIDEO)
 岩手大学・工学部・教授
 研究者番号：50091640

研究成果の概要：本研究では電波吸収体用磁性木材の構成材料・構造，構成方法などの要素パラメータによる磁気誘電特性および電波吸収特性調整法についての基礎的研究成果が得られた。

さらに、粉体型磁性木材の木質系面材ボードとしての曲げ強度、たわみ量についても明らかにした。以上、木質・電磁波吸収 双方の機能性を考慮した木質系室内用電磁波吸収建材ボードとしての基盤技術について明らかにした。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	7,500,000	2,250,000	9,750,000
2007年度	4,300,000	1,290,000	5,590,000
2008年度	2,100,000	630,000	2,730,000
年度	0	0	0
年度	0	0	0
総計	13,900,000	4,170,000	18,070,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学、電力工学・電力変換・電気機器

キーワード：磁性木材、複合材料、電磁環境、磁気応用、調和技術
高周波、木質材、電波吸収体

1. 研究開始当初の背景

近年 携帯電話・無線LAN等の普及による室内でのGHz帯電磁環境悪化に伴い、室内で違和感なく用いることのできる電波吸収ボードに世界の関心が集まっている。

しかし、一般建材用電波吸収材としては、セラミックスやセメントボードなどが開発

されてはいるが高比重、加工施工性、価格、室内空間での電波吸収特性の調整が難しい、居住空間には調和しないなど、室内用としては様々な問題を有している。

一方、岡研究グループで考案・開発された磁性木材は、木材と磁性流体又は磁性粉体を組み合わせることによって、木材には本来な

い磁気特性が積極的に付与することができる。この磁性木材は、木材特有の素材感、加工容易性、低比重、調湿作用などの特徴と同時に、磁性体の有する磁氣的機能性を併せ持った高機能木材として木質建材および家具材など居住空間での幅広い応用が考えられる。

磁性木材を用いた電波吸収体は、居住空間との調和性をもつことから、室内用電波吸収体として注目されている。電磁波抑制機能と木質機能を併せ持った木質系パネルの開発は、パソコン使用者にとって健康上問題であった有害な電磁波から体を守る機能の他、情報セキュリティ、不要電磁波防護混信対策など室内電波吸収体として、今後、一層の必要性が高まることが予想される。しかし、まだ内部構造など、未解明の部分も多い。

2. 研究の目的

本研究では 磁気エレクトロニクス・木工学 両者の技術を効果的に融合化させ、磁性化した磁性木材の木質・電波吸収調和機能を有する木質系磁性電波吸収ボードとしての各構成材料・内部構造および電波吸収・木質 双方の基本特性と調整手法を明らかにする。

3. 研究の方法

- (1) 電波吸収体用磁性木材の構成材料・構成方法・構造と磁気・電波吸収調整法
(樹種・部位、磁性材・粒子形状・粒度、接着剤)
 - ① 磁性木材の作製法および電波吸収調整法
 - ② 各磁性木材の下記の構造・構成パラメータと電磁材料特性
 - ③ 各作製手法による磁性木材の磁性・木質構造の分析

- ④ 磁性木材の複素透磁率・複素誘電率・電波吸収特性解析

- ⑤ 各作製手法による磁性木材の木材固有の機能性についての検討。(研究分担者：関野)

- ⑥ 種磁性木材の部位と励磁方向・励磁レベル・励磁周波数との関係を明らかにすることから、磁性・木質構造と磁化現象について明確にする。

* 以上、磁性木材構成パラメータおよび各作製法により作製した磁性木材を磁気インピーダンス特性および反射減衰量を明確にする。これらの結果から 5 0 M H z から 1 0 G H z 帯域までの電磁波に感応する室内用木質電波吸収用磁性木材の磁気特性解明する。

- (2) 電波吸収用磁性木材の木質建材ボード
曲げ強度・たわみ量試験および表面粗さ試験

4. 研究成果

(1) 本研究では電波吸収体用磁性木材の構成材料・構造、構成方法などの要素パラメータによる磁気誘電特性および電波吸収特性調整法について 以下の基礎的研究成果が得られた。

- ① 木質建材用としての粉体型磁性木材の磁性粉体要素及びボード厚を変えることにより電波吸収特性の調整効果について明らかにした。さらに、粉体型磁性木材の木質系面材ボードとしての曲げ強度、たわみ量についても明らかにした。以上、木質系室内用建材ボードとしての木質・電磁波吸収 双方の機能性を考慮した調和技術面からも評価できる。

- ② これまで未解決事項である粉体型磁性木材の木粉と磁性粉体 双方の複素透磁率及び固さが著しく異なるため、プレス圧縮により体積比率が変化する、そのため 従来の Lichtenecker の対数混合則が適応できない。この問題を解決すべく粉体型磁性

木材の電波吸収特性設計手法とプレス圧力による木粉の収縮を考慮し、さらに、複素透磁率虚部に補正を施した Lichtenecker の対数混合則を提案、その適応性を明らかにした。

以上の結果は 材料・粉体形状・構造要素を踏まえた粉体型磁性木材の電波吸収特性設計手法の指針となる。

③ 電波吸収建材ボードおよび木質機能としての実用性

本研究で試作した粉体型磁性木材を市販のゴム系電波吸収体と比較し十分な電波吸収性能が得られた。本研究で作製したボードは建材に必要な曲げ強度 JIS 規格に準じた必要な曲げ強度が得られた。木粉粒径と磁性粉粒径が近い場合、最大曲げ強度が得られた。また、プレス圧力に対し 曲げ強度の値は比例関係にあることが明らかになった。

(2) 住居壁面材用としての木質系磁性電波吸収ボードの電波吸収特性調整法について、主要調整要素を選出し、基本的設計手法を提案し実測結果について検討を行った結果以下の成果が得られた。

① 第一の調整法は、2 種類の磁性粉を混合した粉体型磁性木材の電波吸収特性の調整手法を提案した。

本手法は、単一磁性粉の粉体型磁性木材の材料定数を基準材として、磁性粉混合による粉体型磁性木材の材料定数を推定し、電波吸収特性を調整する手法である。電波吸収特性の中心周波数が磁性粉混合比に比例関係であることを示した。

この結果を踏まえて、木質固有の含水率を考慮した磁性粉混合による粉体型磁性木材の電波吸収特性調整法を明らかにした。

② 第二の調整手法は、木質材の加工容易性を活かした木材表面に平行・円柱・格子状

の溝加工を施すことにより、磁性木材の透過特性調整法を提案・試作した。本手法は磁性木材の材料定数を用いた透過減衰量を算出し、さらにこれらの結果を踏まえて、自由空間法により溝加工を施した磁性木材の透過減衰量の実測結果をシェルクノフの式を用いて検討した。

以上の結果は溝加工による磁性木材の電波吸収特性調整手法の指針となる。

(3) 近年の情報家電機器の発展に伴い、居住空間において電波吸収機能を付与した木質系建材としての開発が期待されている。しかし、筆者等の考案試作した磁性木材の電波吸収・木質調和機能及び調整機能については十分解明されてはいない。

よって本研究では下記事項について木質・磁性電波吸収建材ボードとしての基盤技術について明らかにした。

① 磁性木材用 GHz 帯磁性電波吸収材料の複合化と電波吸収性能調整手法。

(a) 導電性材料(SUS304)を用いた建材用積層型磁性木材の電波吸収特性

(b) 積層型磁性木材の斜入射電波吸収調整手法

(c) 磁性流体を含浸した磁性木質シートの作製と材料定数・電波吸収特性

② 内部構造を考慮した粉体型磁性木材の材料定数及び電波吸収特性

(a) ここでは積層構造、均一分散構造、凝集構造の粉体型磁性木材の材料定数を測定し、電波吸収特性を算出した。

(b) 磁性粒子間距離と材料定数の関係を簡易設計手法の観点から分析検討を行った

③ FDTD法によるGHz帯磁性木材の電波

吸収特性解析(粉体型磁性木材&塗布型磁性木材)

ここではFDTD法による磁性木材の電波吸収特性解析と実測結果との対応を行った。

以上の結果、FDTD法の磁性木材電波吸収特性解析の適応性を明らかにした。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 4 件)

1. H. Oka, K. Tanaka, K. Kubota, H. Osada, F. P. Dawson : Study of electromagnetic wave absorption characteristics and component parameters of laminated-type magnetic wood with stainless steel and ferrite powder for use as building materials, *Journal of Applied Physics*, Vol.105, No.7, E701, 2009.2. 査読有
2. 岡 英夫 : 磁気応用技術の調和的利用法の現状と展望、電気学会技術報告誌, 2008.9.30. 査読無
3. H. Oka, Y. Kataoka, H. Osada, Y. Aruga, F. Izumida : Experimental Study on Electromagnetic Wave Absorbing Control of Coating-type Magnetic Wood using a Grooving Process, *J. Magn. Magn. Mat.*, Vol. 310, Issue2, Part3, pp. e1028-e1029, 2007.3. 査読有
4. H. Oka: Magnetic Wood Achieving a Harmony between Magnetic and Woody Functions, *電気学会論文誌A 英文特集号*, Vol.126, No.1, pp.26-27, 2006. 査読無

[学会発表] (計 22 件)

1. 早川達也, 佐藤光治, 岡 英夫 : 粉体型磁性木材の材料定数推定法に関する基礎的検討(1), 平成21年度電気学会全国大会, 電気学会129巻3号付録, E317-C1, 2-139, 北海道大学, 2009.3.19.
2. 斉藤涼, 岡 英夫, 長田洋, 浪崎安治 : 木質系材料の高周波電磁特性に関する研究(2), 電気学会マグネティックス研究会資料, pp.15-18, 伊良湖ガーデンホテル(愛知県), 2009.1.8.
3. 斉藤涼, 岡 英夫 : 木質系材料の高周波電磁特性に関する実験的検討, 08-2-8, 2008.11.27-28, スピニクス特別研究会 p.8, 岩手大学

4. H. Oka, K. Tanaka, H. Osada, K. Kubota, F. P. Dawson: Study of electromagnetic wave absorption characteristics and component parameters of laminating-type magnetic wood with stainless steel and ferrite powder for use as building materials, MMM2008, AW08, 2008.11.11. Austin, USA.
5. 延命卓弥, 岡 英夫 : 内部構造を考慮した粉体型磁性木材の電波吸収特性, 第32回日本磁気学会学術講演会概要, 13aE-2, p.214, 2008.9.13, 東北学院大多賀城キャンパス
6. 桜井健太郎, 岡 英夫 : 磁性木材の斜入射電波吸収特性, 第32回日本磁気学会学術講演会概要集, 13aE-3, p.215, 2008.9.13, 東北学院大多賀城キャンパス
7. H. Oka, Y. Yanagidate, H. Osada, K. Kubota, Y. Namizaki, N. Sekino, F. P. Dawson : Electromagnetic Wave Absorption Characteristics of Powder-Type Magnetic Wood Considering the Mixing Ratios of Two Types of Magnetic Powder, InterMag 2008, CQ-08, 2008.5.6, Madrid, Spain.
8. 柳館勇也, 岡 英夫, 浪崎安治 : 含浸率を考慮した磁性粉混合による粉体型磁性木材の電波吸収特性, 電気学会マグネティックス研究会資料, MAG-08-03, pp.11-16, 2008.1.10, 八幡平ロイヤルホテル
9. 岡 英夫 : イノベーション・ジャパン大学見本市, 新技術説明会, 科学技術振興会主催, 2007.9.14, PM14, つくば市
10. 延命卓也, 岡 英夫 : 構造の違いによる粉体型磁性木材の複素透磁率特性について, 平成19年度電気関係学会東北支部連合大会講演論文集, ID04, p.128, 2007.8.23-24.
11. 中野雄太, 岡 英夫, 高橋強 : 溝加工による磁性木材の電波吸収特性制御法(2), *粉体粉末冶金協会春季大会後援概要集*, I-35A, p.116, 2007.6.6, 早稲田大学国際会議場(東京)
12. 柳館勇也, 佐藤光治, 岡 英夫, 浪崎安治 : 磁性粉混合による粉体型磁性木材の電波吸収特性(2), 電子情報通信学会技術研究報告, EMCJ 2007-7, Vol.107, No.25, pp.37-42, 2007.4.27. NICT
13. 柳館勇也, 岡 英夫, 浪崎安治 : 磁

- 性粉混合による粉体型磁性木材の電波吸収特性(1), 平成 19 年度電気学会全国大会講演論文集(2), 2-140, p.166, 2007. 3. 15., 富山大学
14. 中野 雄太, 岡 英夫, 高橋 強: 溝加工による磁性木材の電波吸収特性, 平成 19 年東北地区若手研究者研究発表会, Y S-5-18, pp. 35-36, 2007. 3. 1, 東北工大(仙台)
 15. 岡 英夫: 招待講演「磁性木材の実用化にむけての取り組み」, 岩手大学新技術説明会, 2007. 2. 16. 科学技術振興機構 J S Tホール (東京)
 16. 岡 英夫: 招待講演「磁性木材の誕生と木質系電波吸収ボード研究開発までの歩み」, ナノバイオ磁気工学専門研究会, 東京工業大学, 2006. 11. 9.
 17. K. Shimada, H. Oka, E. Yuze: Magnetism and application of intelligent fluid compounding magnetic particles, ICM 2006, PSTu-L-456, Kyoto, Japan, 2006. 8. 22
 18. H. Oka, Y. Funyu, H. Osada, Y. Aruga, F. Izumida: Experimental Study on Electromagnetic Wave Absorbing Control of Coating-type Magnetic Wood using a Grooving Process, ICM 2006, PSTu-L-474, Kyoto, Japan, 2006. 8. 22
 19. 佐藤 光治, 岡 英夫, 浪崎 安治: 粉体型磁性木材の構造と電波吸収特性(4), 電子情報通信学会技術報告, Vol. 106, No. 203, CPM2006-53, pp. 69-72, 2006. 8. 8
 20. 佐藤 光治, 岡 英夫, 浪崎 安治: 粉体型磁性木材の構造と電波吸収特性(3), 粉体粉末冶金協会春季大会講演概要集 Vol. 2-47A, p. 195, 2006. 5. 24
 21. 柳舘 勇也, 岡 英夫, 浪崎 安治, 泉田 福典: 密度勾配を施した粉体型磁性木材の磁気・木質特性(2), 粉体粉末冶金協会春季大会講演概要集 Vol. 2-48A, p. 196, 2006. 5. 24, 早稲田大学国際会議場
 22. 佐藤 光治, 岡 英夫, 浪崎 安治: Lichtenecker の対数混合則を用いた粉体型磁性木材の電波吸収特性に関する検討, 計測自動制御学会東北支部第 28 回研究集会, 228-6, 2006. 5. 17

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]
○出願状況 (計 0 件)
○取得状況 (計 0 件)

6. 研究組織
- (1) 研究代表者
岡 英夫 (OKA HIDEO)
岩手大学・工学部・教授
研究者番号 50091640
 - (2) 研究分担者
関野 登 (SEKINO NOBORU)
岩手大学・農学部・教授
研究者番号 30171341