

磁気-誘電ナノ複相膜を用いた 面内全方位に利用可能な高周波軟磁気特性の発現



東北大学 大学院 工学研究科 電気エネルギーシステム専攻 青木 英恵

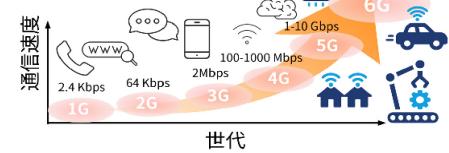
背景

■ 軟磁性材料の市場規模



■ 軟磁性材料への要求

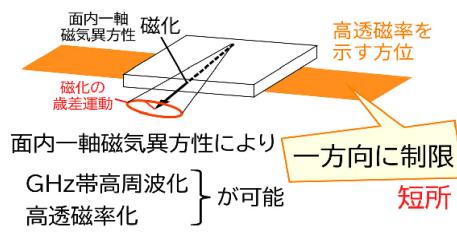
- 高周波化(~GHz帯)
- 低損失
- 小型化・薄型化



■ 軟磁性薄帯・薄膜材料

- 金属粒子ポリマーコンジット*
25 ~ 1000 μm
- アモルファス合金薄膜
- ナノ複相薄膜
→ 高い電気比抵抗
→ 高い飽和磁化

■ 軟磁性薄膜の特長



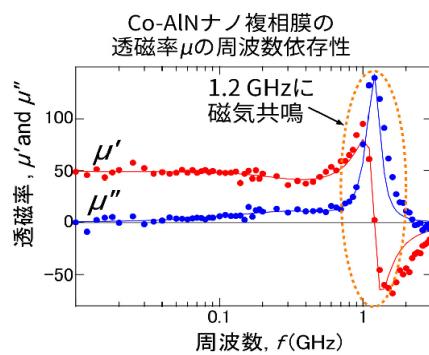
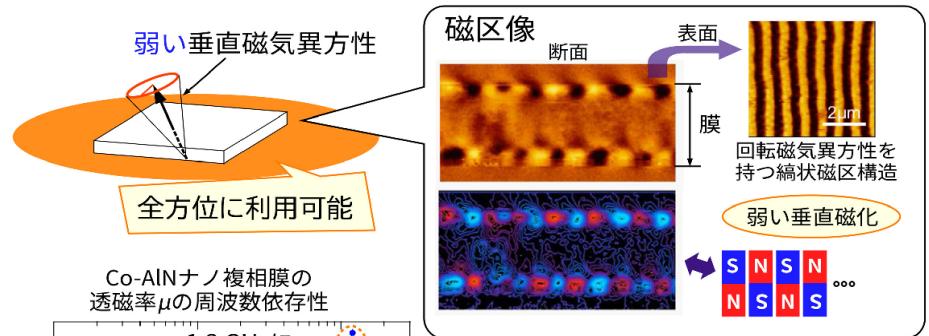
目的

面内全方位に優れたGHz帯軟磁気特性を示すナノ複相膜を創製する

成果①

全周方向に優れた高周波軟磁気特性を実現

面内にある一軸磁気異方性を垂直方向に付与すれば
面内全方位に特性を示すのではないかと



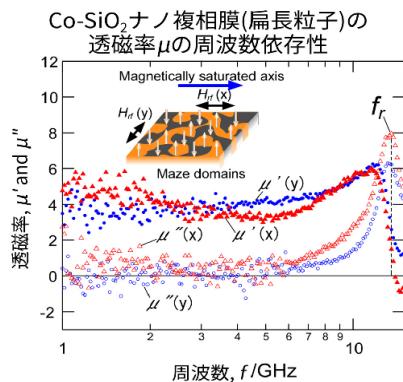
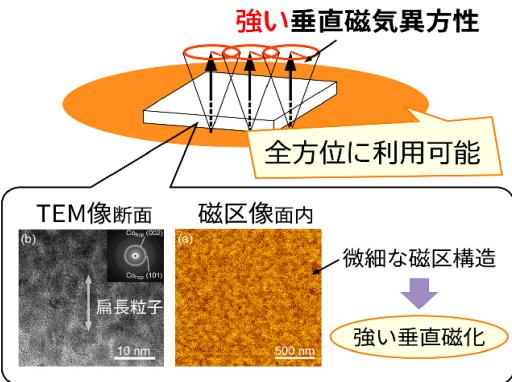
数100 MHzまでほとんど損失なく
1 GHz帯に磁気共鳴を示す
理想的な軟磁性を面内全方位で実現

H. Kijima, S. Ohnuma, H. Masumoto, IEEE Trans. Magn., 47 (2011)
H. Kijima, Y. Zhang, N. Kobayashi, S. Ohnuma, H. Masumoto, IEEE Trans. Magn., 48 (2012)
H. Kijima, S. Ohnuma, H. Masumoto, J. Magn. Soc. Jpn., 36 (2012)

成果②

10 GHz帯高周波化を実現 30GHz帯の薄膜透磁率の測定法を提案

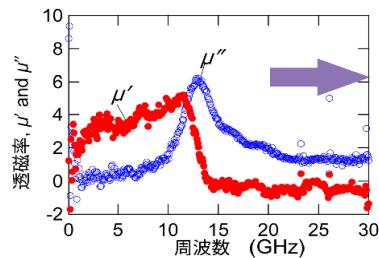
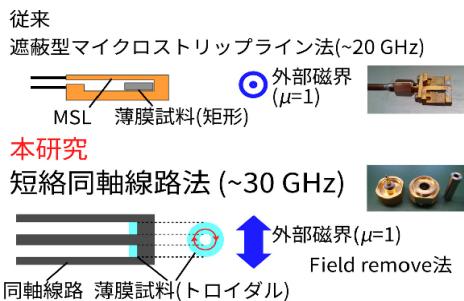
垂直磁気異方性を高めればさらなる10 GHz帯高周波化が可能では



粒子扁平化により10 GHz帯高周波化を実現!

H. Kijima-Aoki, S. Takeda, S. Ohnuma, H. Masumoto, IEEE Magn. Lett., 9 (2018)

より高い周波数(数10 GHz)帯の薄膜透磁率を評価できるか



薄膜において30 GHzまでの透磁率の絶対値評価に成功!

S. Takeda, H. Kijima-Aoki, H. Masumoto, and H. Suzuki, J. Magn. Soc. Jpn., Vol. 43, No. 5, (2019)

謝辞

本研究の遂行にあたり、ご指導・ご協力いただきました以下の方々に深く感謝申し上げます。

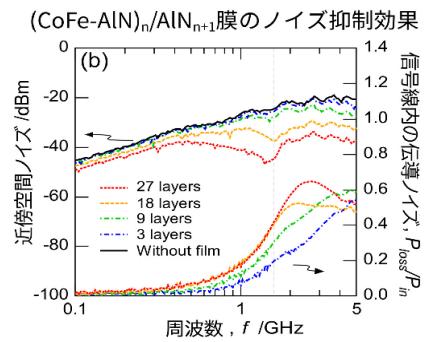
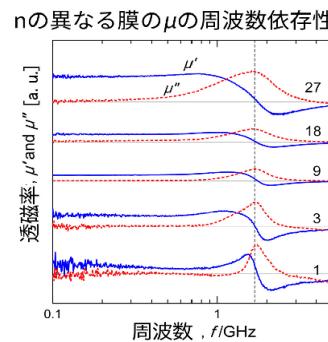
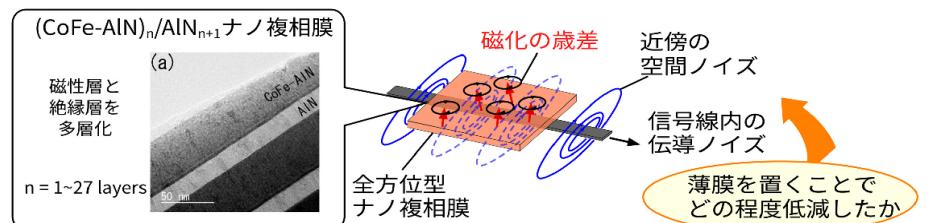
- | | | | |
|------|----------|-----------------|----------|
| 東北大学 | 増本 博 教授 | 電磁材料研究所 | 大沼 繁弘 博士 |
| | 島田 寛 教授 | | 小林 伸聖 博士 |
| | 山口 正洋 教授 | | 岩佐 忠義 氏 |
| | 遠藤 恭 教授 | キーコム株式会社 | 武田 茂 博士 |
| | 宮崎 孝道 博士 | 日立ハイテクサイエンス株式会社 | 山岡 武博 博士 |
| | | 横浜国立大学 | 川井 哲郎 博士 |

本研究の一部は科学研究費補助金(26889006, 17H03385, 18H05936, 19K21102, 20H02447, 21K14482)、日本金属学会「第2回フロンティア研究助成」の支援を受けて行われた。

成果③

面内全方向のGHz帯ノイズを低減

面内等方軟磁性膜を置くことで
配線や空間を介した有害ノイズを低減できるのでは



粒子扁平化により10 GHz帯高周波化を実現!

H. Kijima, S. Ohnuma, H. Masumoto, Y. Shimada, Y. Endo, and M. Yamaguchi, J. Appl. Phys., Vol. 117, (2015)

まとめと今後の展望

- デバイス適用の際の制約が少ない、面内全方位に高周波軟磁気特性を示すナノ複相膜の創製に成功した
- ナノ複相膜中の磁性ナノ粒子の垂直扁平化・垂直磁気異方性の増加とともに透磁率は減少するが、高周波帯まで使用可能
- ナノ複相膜(~2 μm)により、GHz帯の伝送線路内外のノイズ低減(-20 dB, ~1 GHz)に成功した

垂直磁化を用いた高周波透磁率の利用にご興味ありましたら
お気軽にお問い合わせください!
本研究の知見をもとに、様々な粒子形状のナノ複相膜の磁気機能性
(磁気-光、磁気-誘電、磁気-抵抗)の研究にも取り組んでいます