Magnaire

小型高感度磁気センサnTメータの開発

アジェンダ

- 1. 背景、目的
- 2. 実験方法
- 3. 実験結果
- 4. nTメータの応用

5. まとめ

株式会社マグネア 都筑 裕汰郎



- 3種類のセンサがある…FGセンサ(1960年)、MIセンサ(1991年)、GSRセンサ(2015年)
 センサ構造は同じだが、励磁周波数帯域がkHz, MHz, GHzと異なる。
 ⇒励磁周波数帯域の増加によって、小型高感度化が実現されてきた。
- GSRセンサの素子体積はFGセンサの百万分の一、励磁周波数帯域は百万倍







© 2023 Magnaire Co.,Ltd.



本蔵Dr.らの報告…磁場感度は励磁周波数帯域3GHzまで増加傾向にあることが示されている。 しかし、ノイズとの関係性については報告されていない。



Fig.1-d:励磁周波数帯域とセンサ素子感度の関係 (出典:GHzパルス電流を基礎にした高感度マイクロ磁気センサ"GSRセンサ"の開発)



- ・ 回路製作の問題点…従来基板をベースにMHz→GHzに高周波化⇒リンギングが発生
- 対策…励磁パルス電流経路を20mm⇒5mmに変更し解決





実験方法 2-2. 実験条件

- ▶ 供試材(アモルファス磁性ワイヤ):
 - ✓ ガラス径...2.0um
 - ✓ 金属径...9.7um
 - ✓ 長さ…2.0mm
 - ✓ 金属組成…CoFeSiB
- ➤ 供試材(GSR素子):
 - ✓ 素子タイプ…対向通電式
 - ✓ 全コイル巻き数…586回
 - ✓ コイルピッチ...3.0um
 - ✓ アモルファスワイヤ抵抗値…13.8Ω > 測定系
 - ✓ 全コイル抵抗値…1270Ω

▶ 回路駆動条件:

- ✓ 繰り返し周波数…1.0MHz
- ✓ 増幅率...6倍
- ✓ 検波位置…Falling



※励磁周波数帯域:=1/2t (t...立下り時間)

要因	水準			
励磁周波数帯域(狙い値) [GHz]	4.0	2.5	1.7	1.0
パルス幅[ns]	20	25	30	35
パルス電流振幅[mA]	50	70	100	

<磁界感度測定系>

▶ 要因、水準

<電圧ノイズ測定系>



© 2023 Magnaire Co.,Ltd.



感度







Fig.3-b: 励磁周波数帯域と電圧ノイズとの関係

<mark>パルス幅25~35ns時において、</mark> ノイズ18μV程度で安定した



•

電圧ノイズ

感度



パルス幅25~35ns時において、SN比は同程度となった

© 2023 Magnaire Co.,Ltd.

5

4













励磁周波数帯域3.62GHz, 電流振幅100mA, パルス幅20nsにて、 磁気換算ノイズ最小となった。



実験結果を基にnTメータ用回路基板を作製した。

<基板外観>

<信号処理基板 回路ブロック図>



Fig.3-h:nTメータ基板外観

Fig.3-i:信号処理基板回路ブロック図

© 2023 Magnaire Co.,Ltd.







磁性微粒子の検出
 センサ素子が小型のため、直径5µmの微小磁性体検知が可能



※詳細は「24pB-5」の報告内容参照



▶ 感度とノイズの関係: 立下り励磁周波数帯域1~4GHzにおいて、

- 感度…増減は見られなかった
- ・ 電圧ノイズ…パルス幅25~35ns時において、ノイズ18µV程度で安定した
 ⇒パルス幅25~35ns時、立下り励磁周波数帯域の増加に対し、
 SNは同程度となった。

▶ nTメータ試作:

専用基板を作製し、性能評価を行ったところ、 磁気換算ノイズ0.36nTrms(DC~10Hz)となった。