

世の中のあらゆるものにセンサが装着され、インターネットにつながるIoT社会に注目が集まる

ロードセルの需要が増大
(2025-2030年において増加予測)⁽¹⁾⁽²⁾

過酷環境下(宇宙空間、高温空間、振動・衝撃、過負荷、など)に耐える耐久性や、低コストの荷重センサの需要が増大

荷重センサの
耐環境性、高い生産性の実現

先行研究の課題⁽³⁾

- ・励磁用のコイルを巻く必要がある
- ・検出用のコイルを巻く必要がある
- ・変化率が2%と低い
- 測定精度に課題がある

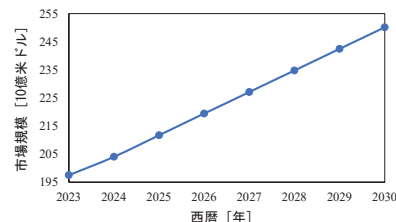


図1 ロードセルの市場成長予測(1)(2)

検討するセンサ

磁歪材料を用いた荷重センサ

- 過酷環境下での利用が可能になる
- 寿命が長い
- 電源などを使用しない、**持続可能な荷重センサ**

- (1) Load Cell Market by Product (Capacitive Load Cells, Hydraulic Load Cells, Piezoelectric Transducers), Type (Alternating, Bending, Compression), Technology, Pressure Load Cell, End User - Global Forecast 2025-2030, 20241031, レポート閲覧日20241229.
- (2) 世界のロードセル市場規模 Report.jp, 20241109, レポート閲覧日20241229
- (3) 大川 慎之介, 小川 徹, 古野 憲紀, 田代 晋久, 脇若 弘之, 田山 徹, 小野寺 隆一, 渡辺 特仁, "機械学習を用いたFeCo合金の予応力推定", 第33回「電磁気関連のダイナミクス」シンポジウム講演論文集, SEDAD33-88, pp. 289-292, 2021, May 19-21 (オンライン)

逆磁歪効果より...

磁界を印加した際、
応力に伴い磁歪材料の周りに磁束が
漏れ出る(漏れ磁束)

力の大きさによって変化する漏れ磁束を磁気センサで測定

- ・単純構造であり、小型化が可能
- ・コイルを巻かないため、断線の恐れがない
- ・ひずみゲージ接着の必要がない

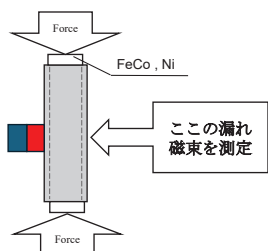


図4 提案するセンサイメージ図

漏れ磁束が変化する様子

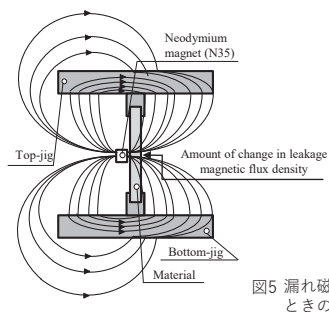


図5 漏れ磁束が多いときの磁束線図

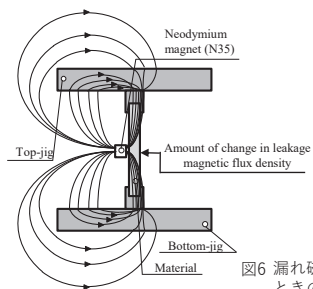


図6 漏れ磁束が少ないときの磁束線図

磁歪材料とは

- ・磁界を印加することにより寸法が変化する磁歪効果
- ◎外部から応力を印加することにより磁化の強さが変化する逆磁歪効果

Fe₃₀Co₇₀

- ・優れた磁気特性と機械的特性
- ・高い降伏強度、耐久性、温度特性
- 提案するセンシング方式に適している

Ni

- ・FeCoと逆の磁歪特性を持つ
- FeCoと合わせることで
荷重の測定範囲を広げられる可能性

応力が加わると、比透磁率の最大値が変化

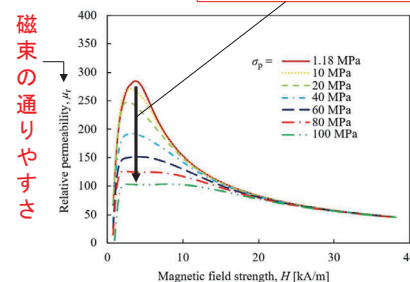


図2 FeCoの圧縮応力別、比透磁率の変化

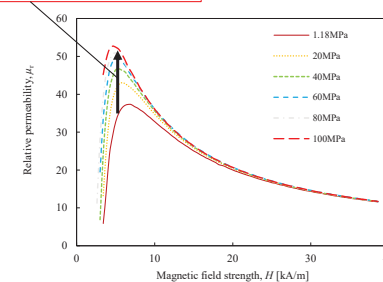


図3 Niの圧縮応力別、比透磁率の変化

実験内容

圧縮応力を1 ~ 100 Mpa印加したときの漏れ磁束の大きさを計測(磁石固定)
→FeCo, Niの漏れ磁束の変化率を確認

実験結果

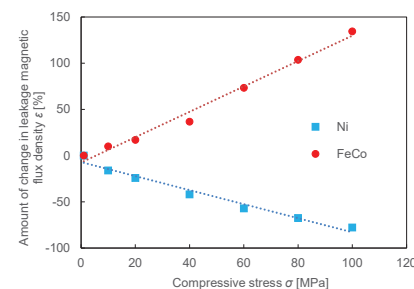


図7 漏れ磁束変化率

結論

- ・FeCoは漏れ磁束の変化率は134%
- ・Niは漏れ磁束の変化率は-78%
- ・FeCoとNiは逆の磁歪特性を持つためだと考える
- ・どちらも線形性があり、センサへ応用しやすいと考えられる。

この結果で書いた論文で、
電気学会論文誌Aに掲載されました！

亀嶋 友也, 田代 晋久, 脇若 弘之, 鈴木 涼平, 田山 徹, 渡辺 特仁, 小野寺 隆一: 「正および負の磁歪材料を用いた漏れ磁束による荷重センサ」, 電気学会論文誌A(基礎・材料・共通部門誌), Vol. 145, No. 4, pp. 112-117 (2025).

詳しくはこちら!

