

エネルギー変換工学講座

電磁応用研究(磁気浮上技術, 非接触電力伝送)の紹介

研究概要

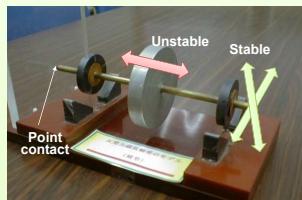
電気-磁気-機械変換機器として、モータや発電機、リニアモータなどが有名である。一方、電気-磁気-電気変換機器には変圧器がある。これらの一次側(固定部)と二次側(可動部)との間にある部品を除外し、非接触で電磁力や電気エネルギーを伝達させることで新しい機能を持つ電気機器が創造できる。本発表では、磁気浮上技術を応用展開した回転機(界磁を持つ磁気反発ペアリング)や搬送機(三次元移動磁気浮上、非磁性金属薄板磁気浮上搬送)、磁界共鳴式非接触電力伝送(高速走行を模擬できる非接触電力伝送評価装置)などを紹介する。

磁気浮上応用機器

「非接触」で力を伝える

磁気浮上の利点…・非接触で対象物に力を与えることができる
 ↳ 摩擦がない、機械損がない、帶電がない、
 メンテナンスフリー、特殊環境下(異媒質間)で使用可能
 能動制御軸の数
 多い: 高精度、高制御性、高価、ギャップ小、強力
 少ない: 簡素・安価、柔らかい、ギャップ大、微小力

永久磁石反発型磁気浮上回転装置

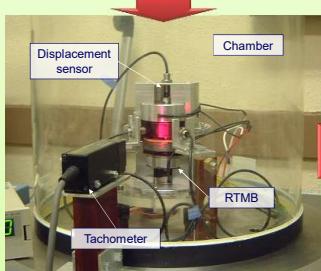


永久磁石反発型(1点接触)

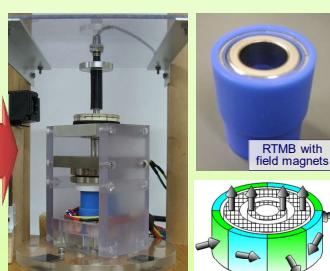
永久磁石により半径方向は受動安定、軸方向のみ不安定
 → 軸方向の運動を制限

軸方向のみを能動制御すれば完全非接触となる

(周辺設備の省コスト化、省スペース化)
 ※ Earnshaw の定理に従って能動制御軸数を最小化

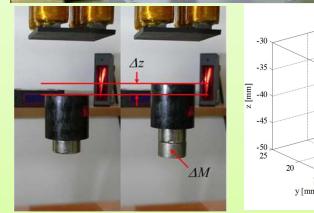
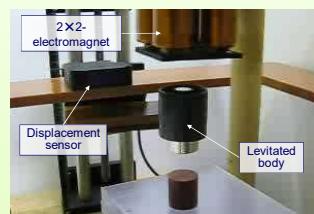


ポリゴンミラへの応用
 (~ 50,000 rpm)



永久磁石軸受部+モータ界磁

三次元移動用磁気浮上装置



ゼロパワー制御実験

螺旋移動軌跡と制御電圧変化

磁気浮上された物体を広域的に三次元運動させるには?

- 大ギャップ+バイアス磁石+I型電磁石配列
- モデル追従型サーボ
 - ゼロパワー制御
 - ゼロパワー併用制御
 - 2×2配置
 - 1×3配置(直線軌道)
 - L字配置(直角軌道)

非接触電力伝送評価装置

「非接触」でエネルギーを送る

EV等の非接触電給電 → 磁界共鳴方式を採用
 (ケーブルレス、コアレス、中距離、位置ズレに強い)

伝送方式	周波数	特 徴
レーザー送電方式	THz	・伝送距離は数km超
マイクロ波送電方式	GHz	・効率はマイクロ波送電で15~39%。レーザー送電は原理的に太陽電池と同程度の効率
磁界共鳴方式	MHz	・コアやフレーム無し、伝送距離1m以下での効率が90%以上と高く、位置ズレに強い。双峰特性
電磁誘導方式	kHz Hz	・実用化されている(電動ハブラシの充電器等) -Hz帯で1cm以下、kHz帯で10~20cmの伝送距離 -密着させないと効率は悪く、位置ズレに弱い。

給電時の停車時間を無くし、走行中に給電する
 ↳ 走行中の電力伝送効率を評価すべき

まとめ・今後の展望

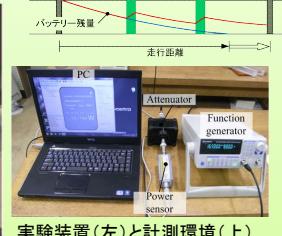
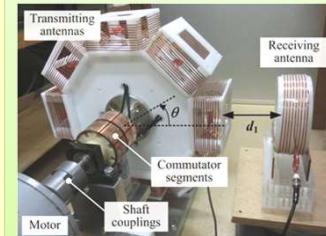
【その他のテーマ、キーワード】 FEM解析(電磁界、構造、熱)、極低支持剛性とセンシング、制御電磁石設計、磁気軸受の回転挙動、反磁性材料の磁気浮上移動、etc.

電磁場を介した二物体間のエネルギー授受を非接触で行う例として、磁気浮上技術と電力伝送を取り上げた。電磁場と非接触状態は親和性が高く、新規アクチュエータやセンサを生み出す可能性を秘めている。

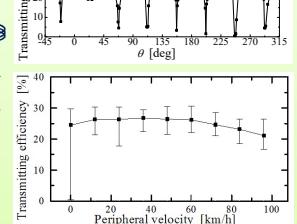
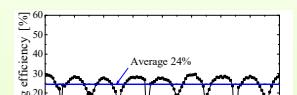
高速走行時を模擬した非接触電力伝送評価装置

100km/h程度の高速走行を模擬する伝送効率評価装置を作るには?

- 地中埋設側(送信側) → 回転系
 ➤ 対向時のみ通電、コンパクト設計



実験装置(左)と計測環境(上)



実験結果(上: 静止時、下: 速度と効率)