

永久磁石を用いたロータリー式可変磁路型磁気浮上機構

知能制御工学研究室 西原 雄太

1. 緒言

物体を非接触で浮上させることは摩擦がないため種々の利点がある、摩擦、摩耗が低減され塵埃の発生がない、円滑材を必要としない、メンテナンスが安易になる、高速化が可能となる、エネルギーの損失が少なくなる、などである。これらの特徴は、クリーンルームなどの特殊環境での使用に適している。永久磁石を用いた磁気浮上機構には3つの問題点がある。一つ目に、永久磁石自身の吸引力を調整ができない。二つ目に、浮上体が一度、吸着すると制御できなくなる。三つ目に、磁極を変えることができない。これらの問題を解決するために、本研究は、このような非接触で物体を支持するための機構として円型の永久磁石を回転制御させることにより磁気力を調整して磁性体である浮上体を非接触で磁気浮上させることを提案する。以下では提案する浮上原理を説明し、試作した装置を紹介した後、試作装置を用いた基礎実験と浮上実験を紹介する。

2. 原理

浮上体を非接触で浮上させるための原理を Fig.1 によって説明する。Fig.1 (a)のようにN極が真上にあるとき、右側のコアの磁束と左側のコアの磁束は同量の磁束が流れていると考えられる。そして、その磁束は浮上体に流れずコアの内側を通り、浮上体の方に磁束が流れない。よって、コアと浮上体間では吸引力は発生しない。次に、Fig.1(a)の状態の磁石が少し回転したときの様子が Fig.1(b)である。この時、N極から流出する磁束が左側のコアより右側のコアの方が多く流れるようになる。また、左側のコアは、N極よりS極と面するコアの面積が大きいので、右側のコアで流出したの磁束の一部が左側のコアに浮上体を通して流れる。これにより、コアと浮上体間に磁束が流れ吸引力が発生する。

3. 実験装置および実験

本実験装置を Fig.2 に示す。この実験装置は円型の永久磁石をモーターにより回転させ角度を制御することにより、浮上体に通過する磁束量を調整し物体を非接触浮上させる装置である。磁束を通すコアと浮上体の素材は、保持力が非常に低いPCパーマロイを採用した。それにより、残留磁気の影響を受けることが少なくてすむ。

この装置を用いて、ガウスメーターにより、両コアと浮上体間の磁束密度を磁石の角度と空隙をパラメーターとして測定した。測定範囲はコアと永久磁石間との距離およびコアと浮上体との距離をそれぞれ1mm刻みで3mmから10mmまで測定、永久磁石の回転角度は、10°刻みで360°で測定し、計8パターンでの測定を行った。

左右のコアの磁束密度を測定した結果を Fig.3 に示す。これは、永久磁石とコアの間の距離が10mmのときのグラフである。グラフが示すように右側と左側との磁束密度に多少の差異がある。ゆえに、浮上体を浮上させるのに影響をあたえる可能

性があると考えられる。原因として考えられるのは、磁束が右のコアから左のコアに流れるとき、その磁束の一部が何らかの影響で漏れていると推測される。

浮上体にスライドを取り付け、回転の自由度を制限して浮上実験を行い、これに成功した(Fig.4)。これが摩擦による浮上でないことを確認するためにステップ応答の実験を行った。結果を Fig.5 に示す。図からわかるようにステップ入力とともに浮上体の位置とモーターの角度が変化しており浮上体がフィードバック制御により浮上していることが確認された。このことは、提案した浮上装置の該当性を証明したと言える。

4. 結言

永久磁石をモーターで回転させることにより磁路を変化させて浮上機構を構成することを提案し実験によってその該当性を示した。今後は完全非接触の浮上を実現させる予定である。

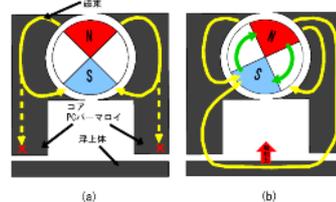


Fig.1 The principle of suspension device

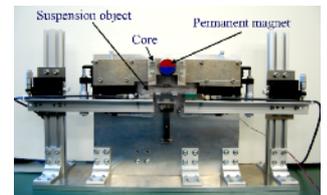


Fig.2 Photograph of suspension device

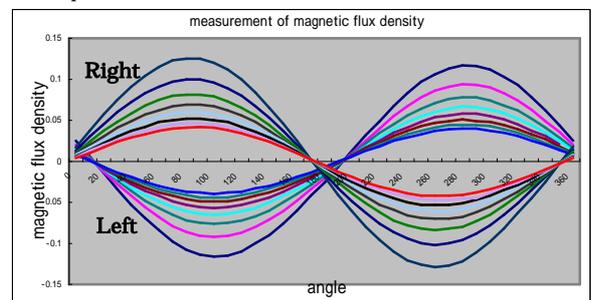


Fig.3 Results of magnetic flux density

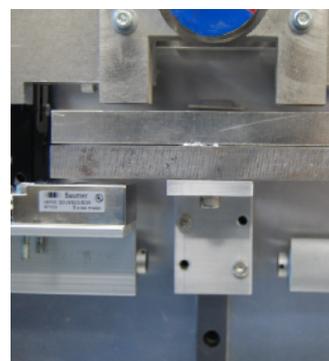


Fig.4 Suspension photograph when suspending

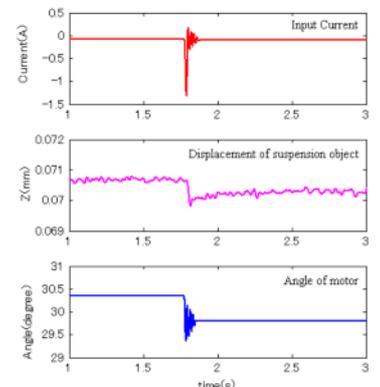


Fig.5 Experimental results of suspension device

参考文献

- 1) 岡 宏一, 藤原 佑輔, 崔 天時, 三原 崇: 永久磁石とロータリーアクチュエータを用いた磁気浮上装置の開発, 第47回自動制御連合講演会講演論文集