

超伝導体のピン止め効果を用いた非接触移動機構

知能制御工学研究室 中村将吾

1. 緒言

磁気浮上機構は、摩擦・磨耗の問題の減少によりシステムが半永久的になること、メンテナンスが容易になること、振動・騒音の問題が低減されるなどのメリットがある。磁気浮上機構は常伝導磁気浮上機構と超伝導磁気浮上機構に分類することができる。常伝導磁気浮上機構は磁石の吸引力・反発力を利用して浮上させる方式であり、閉ループ制御が必要になり装置が複雑化・大型化する。しかし、超伝導磁気浮上機構ではマイスナー効果やピン止め効果という超伝導体の性質で浮上させるため、能動的な制御なしで安定な浮上が可能であり装置の簡略化・小型化が期待できる。本研究では、第二種超伝導体のピン止め浮上を用いた位置決め機構の実現を目的として開発した装置における位置決め実験を行ったのでその結果を報告する。

2. ピン止め浮上を用いた位置決め装置

超伝導体とは、磁場中で冷却した場合、完全なマイスナー効果を示さずに、磁束が不純物などに捕らえられ、磁石はピンで止められたように一定位置に固定されるピン止め効果という性質があるものである。本研究の提案は第二種超伝導体と電磁石を用いて非接触位置決め装置を開発することである。浮上体が電磁石の場合、電流を OFF にすることでピンが外れ、自由な位置決めが可能であると考えられる。

移動原理を Fig. 1 に、試作装置を Fig. 2 に示す。装置には3個の電磁石と2個の永久磁石を用いる。左右の電磁石はE型コアを用いてコイルを縦方向に設置している。中央の電磁石はI型のコアを用いており、コイルは横方向になっている。両側の電磁石には永久磁石を取り付け、中央とはそれぞれスプリングで連結している。Fig. 1の図では全ての電磁石をONとして浮上を実現させている。左の電磁石をOFFにしピンを外す。このとき、左の永久磁石と中央の電磁石が引き合うことにより示すように左の電磁石が右に移動する。その後、左の電磁石をONにする。次に、中央の電磁石をOFFにしスプリングの弾性力で移動させる。移動後はONにする。そして、右の電磁石をOFFにし永久磁石の反発力で移動させる。移動後はONにする。この手順を繰り返し行うことで、移動が可能であると考えられる。

移動体は Fig. 2 に示すように超伝導体上に設置し、電磁石の電流を制御することで浮上・位置決めする。電磁石のコイルは、6.0mm×6.0mmのポビンに直径0.25mmのエナメル線を150回巻いたものを用いた。この巻き数は、エナメル線がポビンに納まる限界の巻き数である。

3. 実験結果

電磁石が連動するように印加電流のON/OFF信号を与え、装置の右側から右の電磁石の変位をレーザーセンサで測定した。実験結果を Fig. 3 に示す。図のA, B, Cの電磁石は Fig. 1, Fig. 2の左からA, B, Cとしてある。右の電磁石がONの時に振動、OFFへの切り替え時に移動が見られた。これは、電

磁石が傾いている影響だと考えられる。しかし、下の図からわかるように移動は可能であることが確認された。

4. 結論

電磁石を用いて超伝導体上で位置決めする装置を提案し、その基礎実験を行った。その結果、十分とは言えないが位置決めが可能であることが確認された。今後は確実な動きが期待できるように装置を改善していきたい。

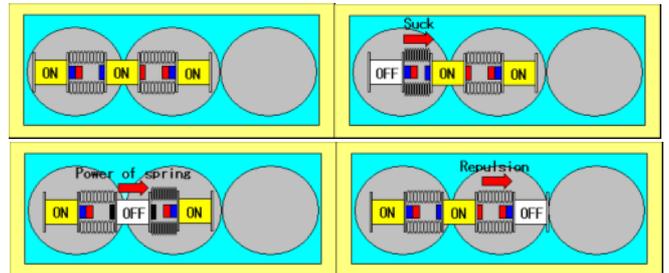


Fig. 1 Movement principle

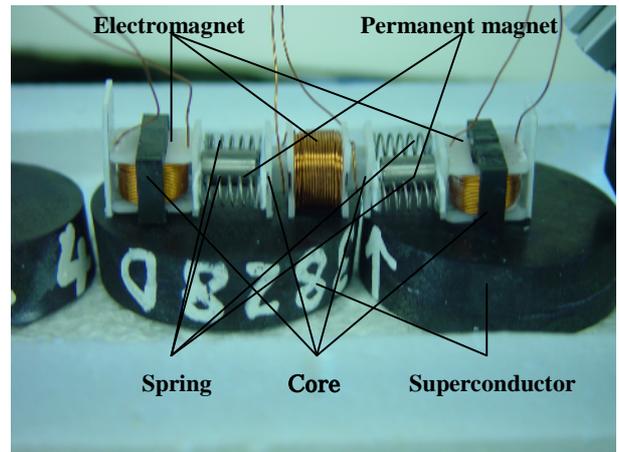


Fig. 2 Experimental device

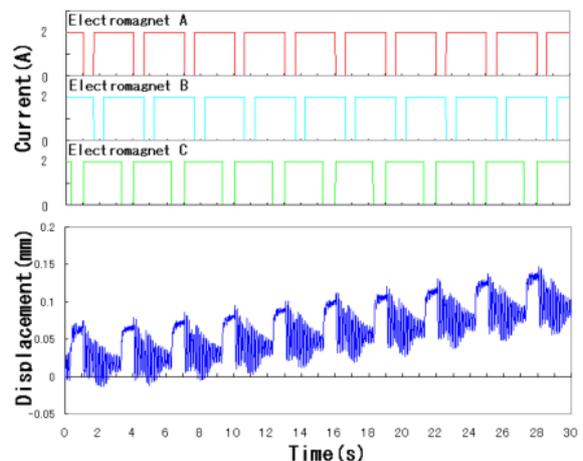


Fig. 3 Experiment result