

# 課題情報シート

テーマ名 :	磁気浮上と浮上物体の回転数制御				
担当指導員名 :	光田 芳道	実施年度 :	24 年度		
施設名 :	近畿職業能力開発大学校				
課程名 :	専門課程	訓練科名 :	電子情報技術科		
課題の区分 :	総合制作実習	学生数 :	3	時間 :	14 単位 (252h)

## 課題制作・開発のポイント

### 【開発（制作）のポイント】

地球儀を空気に浮上させるためには、電磁石の吸引力  $P_s$  [N] と地球儀に内蔵したネオジウム磁石の吸引力  $P_n$  [N] の合力と地球儀そのものの重力  $G$  [N] をバランスをさせる必要があります。次に示す式が成立するとき地球儀は空中に浮上します。

$$G = P_s + P_n$$

地球儀を空中に浮上させるためには、地球儀の位置をホールセンサで検出して電磁石の吸引力 ON/OFF させています。

空中に浮いた地球儀を非接触で回転させるために磁気による吸引力を用いています。レコードプレーヤの回転板の上に磁石を 3 個回転軸に対し対称に配置し、この磁石を取り付けた回転板を直流モータで回転させ、地球儀の中に内蔵したネオジウム磁石と吸引力により浮上した地球儀を非接触で回転するようにしました。

- 【学生数の内訳】 磁気浮上回路の設計と制作 : 1 名、  
地球儀を空中で回転させるための制御回路の設計と製作 : 1 名  
ソレノイドとソレノイドの駆動回路の設計と製作 : 1 名

### 【訓練（指導）のポイント】

地球儀を浮上させるためにコイルの巻き数、鉄心の形状、コイル電流をどのようにすればよいのか、ソレノイドの設計方法について、電磁気学の基礎から学ばせ、設計する上で電磁気学や電気回路を理解することが必要であることを気付くように指導しました。

地球儀を浮上させるためにはホールセンサが最適であるという結論を出すのではなく、地球儀の位置を検出する方法として、光を用いた方法、磁気を用いた方法などいろいろな種類のセンサを使用して実験を行なわせ、もっとも適するセンサは何かを検討させました。さらに、電磁石と地球儀の距離を大きくするにはどのような制御をすればよいか、学生自身が身から考え、実験によって確認するように指導しました。

浮上物体を非接触で回転させる方法についても、数種類の方法を挙げ、それぞれの方法の

長所と短所を列挙させ、最も実現可能性の高いものを実験により検討するように指導しました。

#### 課題に関する問い合わせ先

施設名 : 近畿職業能力開発大学校  
住所 : 〒596-0103 大阪府岸和田市稲葉町 1778  
電話番号 : 072-489-2122 (代表)  
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/osaka/college.htm>

#### 課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

# 磁気浮上と磁気浮上物体の回転数制御

近畿職業能力開発大学校

電子情報技術科

富田将平、西川真生、早川幸輝

## 1. はじめに

現在では、さまざまな非接触浮上技術が研究されている。その中で磁気浮上は、非接触での回転制御が可能であり、摩擦抵抗がないため、機械的な寿命も大きく伸ばすことができるので注目されている。

本総合制作では、磁気で地球儀を浮上させ、その地球儀を任意の速度で回転させる装置を製作し、磁気浮上と浮上物体の回転数制御の検討を行った。

## 2. システムの概要

表1. に本システムの仕様を図1にシステム全体の外観を示す。

表1 磁気浮上と磁気浮上物体の回転数制御の仕様

電源	入力/入力電圧	10W/AC100V
磁気浮上	ソレノイド	DS-08E(DC 6V, I <sub>max</sub> =500mA)
	ソレノイドの電圧	DC6V
	地球儀の検出	ホール素子(THS130)
回転制御	回転の手段	DCモーター(DC6V, 3W)
	回転数の検出	ホトインタラプタ(LBR-127HLD)
	回転数の設定	0~10rpm



図1 磁気浮上と磁気浮上物体の回転数制御の外観

## 3. システム構成

本システムは、図2に示されるような回路構成からなる。

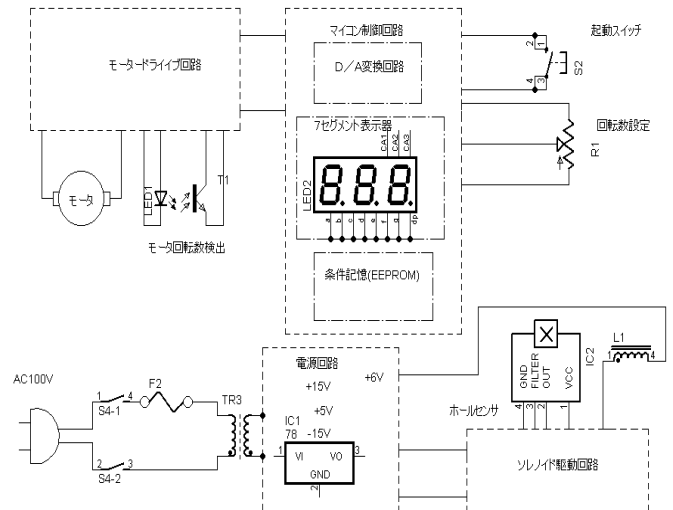


図2 磁気浮上と磁気浮上物体の回転数制御の構成

地球儀の中に設けた永久磁石によるソレノイドのコアの鉄心への吸引力とソレノイドによる吸引力が上向きに働き、重力が下向きに働く。これらの力のバランスにより、地球儀が空中に浮上する。図3は、この原理を表したものである。

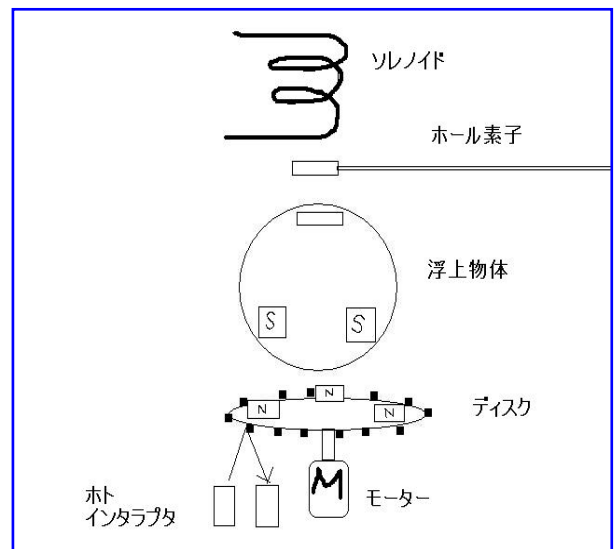


図3 磁気浮上と磁気浮上物体の回転数制御の原理

### 3.1 磁気浮上

上部にあるソレノイドと地球儀(浮上物体)の内部に設置された永久磁石の引力によって地球儀を浮かす。ホール素子で磁気を検出し、ソレノイドを地球儀が一定距離を離れると ON にし、近づくと OFF にする。このようにスイッチングすることにより地球儀を空中に固定させている。

### 3.2 浮上物体の回転制御

浮上物体を回転させる方法として、地球儀の内部の下の部分に永久磁石を埋め込み、永久磁石を付けたディスクを回転させ、磁石による吸引力で地球儀を回転させる方式を採用した。ディスクの回転数はモータを PWM 制御して行っている。回転数の設定と制御はマイコンで行い、その回転数を 7 セグメント LED で表示している。

回転方向についてはパネル上に設けたニュートラル・オフのトグルスイッチにより切り換えることができるようになっている。モータをドライブする方法としてモータドライブ用 IC TA7291P の内部で 4 個のトランジスタのうち対になっている 2 個のトランジスタを同時にオンすることにより、正転・逆転の切り換えを可能にしている。

## 4. 実験結果

### 4.1 磁気浮上に関する実験

ホールセンサを用い地球儀の位置をセンシングすることにより、地球儀を 3cm ほど浮かすことに成功した。

### 4.2 回転数制御に関する実験

3 個の永久磁石を等間隔で配置することにより、地球儀の回転と磁石の回転を同期にさせることに成功した。回転数のフィードバックは実施していない。しかし、しばらく回転させると振動により地球儀が落下した。

## 5. 問題点と今後の課題

今後の課題は以下のとおりである。

(1) 地球儀の約 30mm 浮上に成功したが、数

分が経過すると、振動し落下してしまった。安定した磁気浮上をさせるために、ソレノイドの制御方法の検討や地球儀内に設けた永久磁石の適切な配置の検討が今後の課題である。

(2) 浮上物体の回転数については回転数を調整することはできたが、回転数のフィードバックはできていない。今後、回転数を光センサでフィードバックし、モータの回転数を安定して制御することが課題である。

磁石の回転部分のモータの駆動方法を改善し、回転数の円滑な制御を実現させることが今後の課題として残されている。

## 6. 考察

今回の総合制作では地球儀を空中に浮上させ回転させることができたが、安定した磁気浮上と、低速から高速まで任意の速度で回転数制御ができなかった。

このようなシステムを産業界で実用化させるためには、磁気による制御技術の向上と浮上物体を非接触で回転させる新しい駆動技術が開発が必要であると考えられる。例えば、浮上物体の位置を検出する方法として微小径のレーザ光を用いる。また、回転体の駆動としてダイレクトドライブをする方法などを検討すべきである。

## 7. まとめ

本総合制作では、地球儀の内部に永久磁石を取り付け、ホール素子で磁気を検出し、永久磁石とソレノイドの引力によって地球儀を空中に浮かすことができた。また、マイコンを用いてモータの回転数を制御して磁気浮上させた地球儀の回転を制御させることができた。

本総合制作で取り組んだ磁気浮上技術が発展し、産業界で広く普及し、摩擦がないことによる長寿命という特徴が地球環境の保護に貢献することを期待する。

# 課題実習「磁気浮上と浮上物体の回転数制御」

作成日： 7月 20日

科名：電子情報技術科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		磁気浮上と浮上物体の回転数制御	
担当教員		担当学生	
電子情報技術科 光田芳道		富田 将平	西川 真生
			早川 幸輝
課題実習の技能・技術習得目標			
マイコンのプログラム作成、プリント基板や周辺電気回路の製作を通してものづくりの基本を学ぶとともに、ものづくりの基本を理解する。マイコン周辺の電子回路の設計を通して、実践的な電子回路設計技術、制御技術も身に付けます。			
実習テーマの設定背景			
磁気で物体を浮上させると回転による摩擦がないため、機械的な寿命を大きく伸ばすことができる。磁気で浮上させた物体の回転数を非接触で制御できれば、回転させる物体に機械的な損出を与えることなく任意の位置に停止、および、任意の速度で回転させることができる。本制作実習では、磁力により物体を浮上させ、非接触で回転体の速度や位置を検出することにより、磁気浮上物体の回転を制御するものである。			
実習テーマの特徴・概要			
電磁石で物体を空中に浮上させるため、浮上物体の垂直方向の位置をホトインタラプタ検出し、電磁石を高速でスイッチングすることにより物体を空中に固定させる。また、浮上物体の回転情報をホトインタラプタで検出し、設定された回転数・位置と比較することにより浮上物体を指定された速度で浮上物体の回転数を非接触でコントロールする。			
No	取組目標		
①	電磁石をMOSFETでコントロールする回路の設計を通じてパワーエレクトロニクス技術を学びます。		
②	マイコンを使用して装置を製作することにより、マイコン制御技術・プログラム技術を学びます。		
③	直流モータの回転数を制御する直流モータ回転数制御を学びます。		
④	回転体の速度を光で検出するセンサ技術を学びます。		
⑤	比較回路・積分・微分回路を作ることによってアナログ回路技術を学びます。		
⑥	プリント基板や電気回路の製作を通してものづくりの基本を学びます。		
⑦	制作の過程で出てくる問題に対して原因を究明し解決策を探る論理的思考力を養います。		
⑧	指導教員との間の報告を緊密に行い、コミュニケーション能力を養います。		
⑨	開発計画を立て、計画に基づいて行動する日程管理の基本を学びます。		
⑩	半田こて、圧着機などの工具の使用方法を学び、どんな電気工作物も作れる技術者になれるようにします。		