

超伝導体の運動を制御することによる制振機構

知能制御工学研究室

氏原孝節

1. 緒言

磁気軸受は、浮上体支持のために常電導磁石を用い、その吸引力を制御しているものがほとんどである。これに対し、超伝導体を用いた磁気軸受は無制御でよい装置の小型化が可能になる。しかし、超伝導軸受は高速回転により発生した振れ回りを抑制する力が弱いことが欠点にあげられる。⁽¹⁾

本研究では、その超伝導軸受の振れ回り問題において、超伝導体を動かすことで振れ回りを抑制させるための基礎実験を行った。

2. 実験装置および方法

受動的な復元力のみによる、超伝導体を用いた磁気軸受においては振動が長く続くと考えられる。振動抑制方法として、図1のように浮上体が左に傾いた場合は超伝導体を右へ、同様に右に傾いた場合は左へ動かすことで能動的に復元力を増加させることで振れ回りの抑制ができると考えられる。

実験装置および概略図を図2、図3にそれぞれ示す。第一種超電導体によるマイスナー浮上では浮上力が小さいため、本研究では工業分野で使われることが多く、比較的安定な浮上が得られる第二種超電導体のピン止め力を用いた浮上を用いる。第二種超伝導体(φ50 mm×厚み10 mm)の中央に10 mmの高さでネオジウム磁石(φ25 mm×厚み10 mm)を磁場中冷却させる。ネオジウム磁石に自由振動を与え、スライダに固定させた超伝導体を左右へ動かすことで1次元での振動抑制を行った。

3. 実験結果

図4では運動制御の有無による永久磁石の振幅を比較したものを示している。破線は受動的な復元力による永久磁石の振幅を表している。実線は制御した場合の振幅である。この図から振幅は抑制されているように見られるが、0.5 mm程度の振れが続いているため当初の目的が達成されているとは言えない。スライダの高速振動によって慣性力を考慮していないためであると考えられる。

磁石に振動を与えた時に、振動だけでなく低速回転が加わり振れ回りが発生した。その回転軸が振れ回るのが振れ続けるもう1つの原因と考えられる。この振れ回りに対する解決策としてセンサを増やし、2次元で制御することによって抑制できると考える。

4. 結言

超伝導体の運動を制御することで振動抑制を行う機構を提案し、実験を行った。その結果、1次元の制御では振れ回りを抑制することが困難であることが分かり、センサを増やす必要がある。前後左右の動きをセンサで捉え、2次元の運動制御が行える装置に改善することで振動を抑制できると考えられる。この装置は現在開発中である。

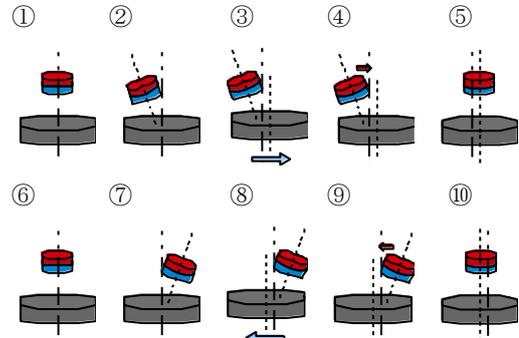


図1 振動抑制方法

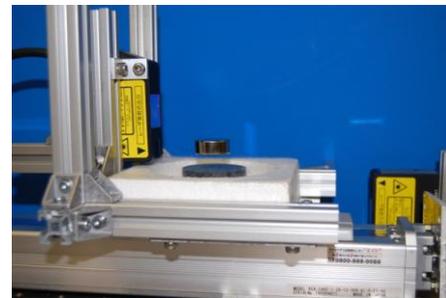


図2 実験装置

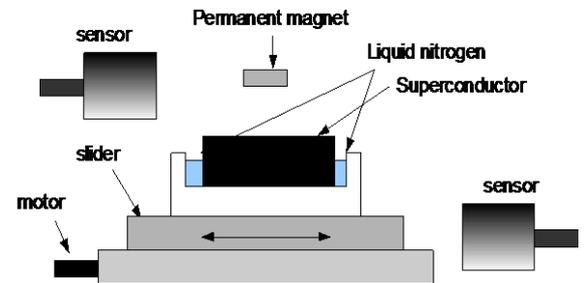


図3 実験装置概略図

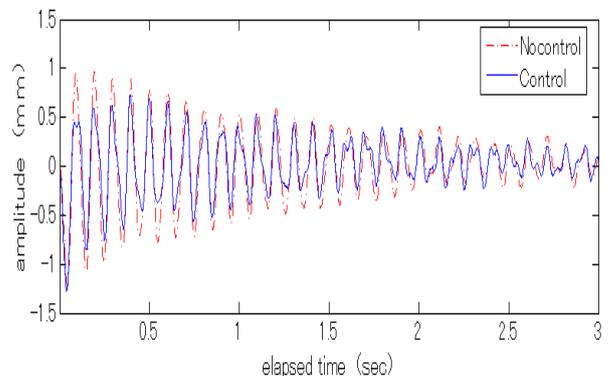


図4 振幅比較

文献

(1) 電気学会 磁気浮上応用技術調査専門委員会 編, 磁気浮上と磁気軸受, コロナ社, (1993)