

研究内容報告

平成 29 年度磁力制御と自重で高精度位置決めを可能にする磁気浮上式微動テーブルの開発補助事業

4. 1 軸可撓支持微動テーブルの微動性能評価

(1) . 1 軸可撓テーブル微動性能試験と評価

A2017, C5191, SUS303 の 3 種の部材を可撓機構に用いて長ストローク, 高分解能, 前 2 者を連係させる 3 通りの実験を行った. 図 1 に試験装置を示す.

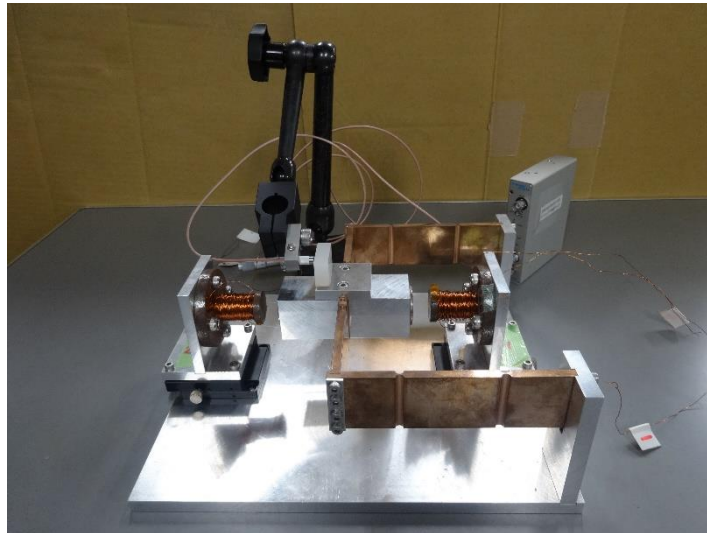


図 1 1 軸可撓微動テーブル試験装置

○ 長ストローク微動

図 2 は長ストローク変位を得る目的で設定した永久磁石 : PM と電磁石 : EM の磁極設定とテーブル微動方向を示す. 機構内側を A 側とし, それぞれ PM A, EM A と表す. PM は (a) : $t=2\text{mm}$, (b) : $t=1\text{mm}$ を吸着させた $2+1\text{mm}$ で磁極間隔 $\text{Gap}=0.2\text{mm}$ である. したがって最大吸引力が作用する. 電流ステップは 0.4A で最大 2A を印加した. 図 3 に各部材でのステップ応答とステップごとの平均変位を示す. 電流変化に追従して階段状の微動変位を観察できる. 最大変位は A2017 : $108\mu\text{m}$, C5191 : $71\mu\text{m}$, SUS303 : $39\mu\text{m}$ であり, ステップごとの平均変位を直線近似した傾きは図 17 に示す見積と比較して $+27\%$, $+16\%$, $+6\%$ となった.

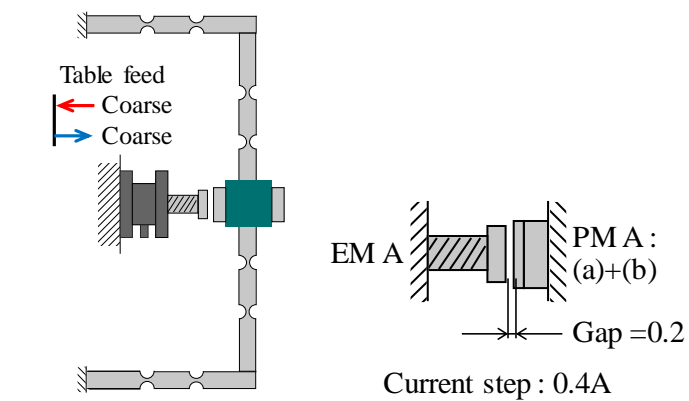


図2 テーブル微動と磁極設定 (長ストローク)

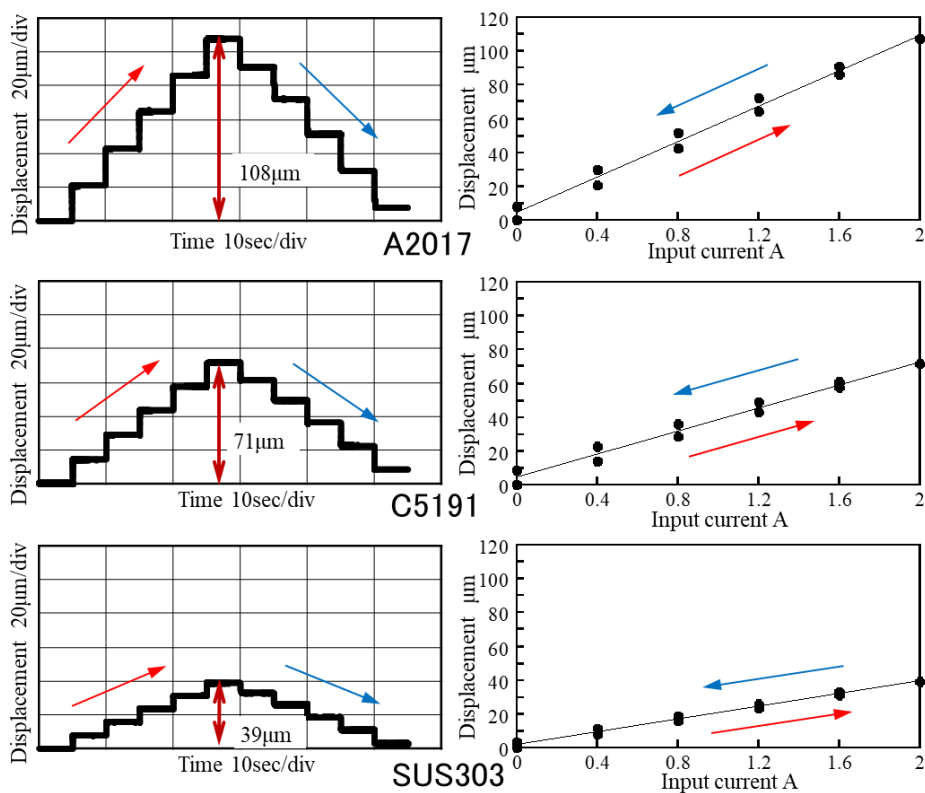


図3 ステップ応答とステップごとの平均変位 (長ストローク)

○ 高分解能微動

図 4 は同様に高分解能微動を得る目的で設定した磁極間隔とテーブル微動方向である。PM は (a) : $t=2\text{mm}$ で磁極間隔 Gap 5mm である。したがって最小吸引力が作用する。図 5 に各部材でのステップ応答を示す。階段状の変位が識別可能となる印加電流 : 10mA を設定し、1 ステップ変位が最小分解能変位に相当する。最小分解能変位は A2017 : 217nm , C5191 : 131nm , SUS303 : 58nm であった。

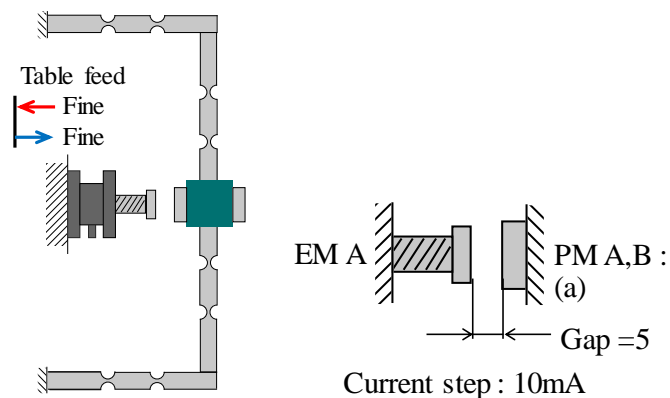


図 4 テーブル微動と磁極設定 (高分解能)

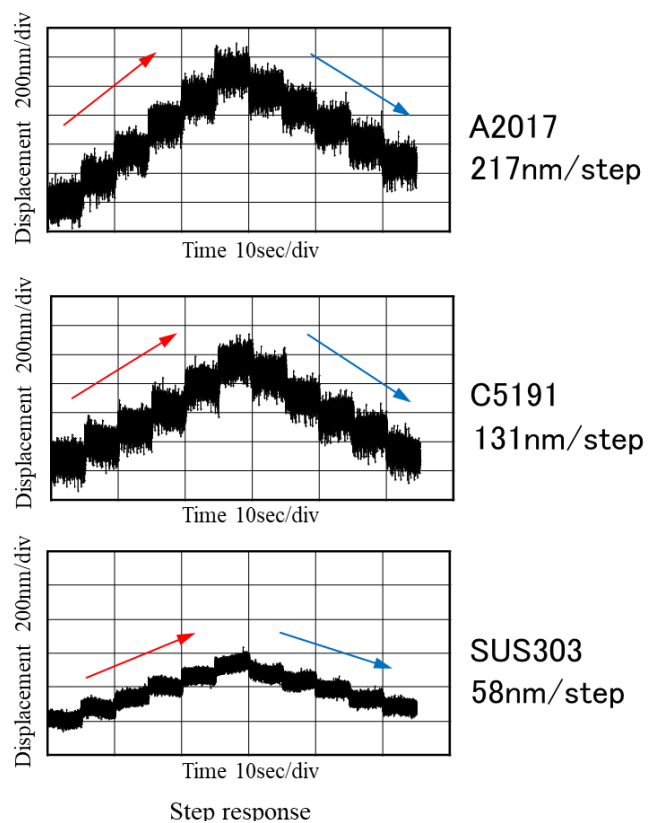


図 5 ステップ応答 (高分解能)

○ 長ストロークと高分解能の連係微動

図6は可撓機構にC5191を用いて、長ストロークと高分解能の連係微動を行わせるため、内側(A側)に長ストローク、外側(B側)に高分解能微動を設定した磁極間隔とテーブル微動方向である。図7上図にその結果、下図に高分解能ステップ応答の拡大を示す。図より長ストロークと高分解能のステップ微動が連続して表れており、両者の連係微動が可能であることが分かる。なお、連係微動の最大変位は $69\mu\text{m}$ 、変位分解能は 137nm であり、長ストロークおよび高分解能のステップ微動をそれぞれ単独で行った場合とほぼ同等の結果が得られた。

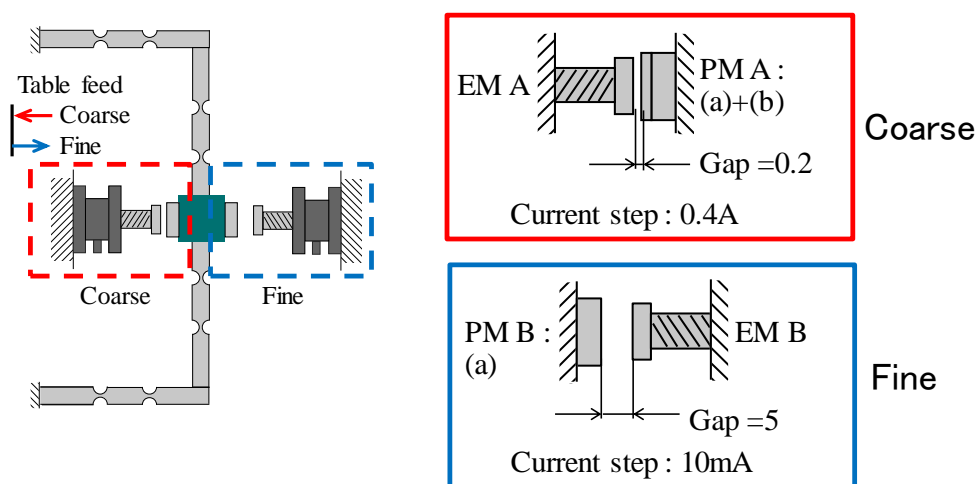


図6 テーブル微動と磁極設定 (連係微動)

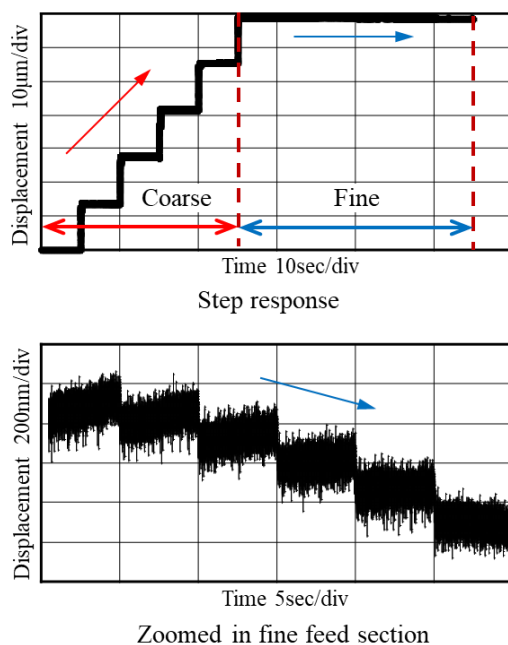


図7 ステップ応答 (連係微動)