磁気浮上型複合分子ポンプの磁場による影響*

橋本 祥一**・和田 薫**・桜井 充**・西出昭彦**
井口 昌司**・横内 茂**・及川 永**
岡田 浩之***・本島 修***

(昭和61年12月1日 受理)

Influence of Magnetic Fields on a Magnetic
Suspended Compound-molecular Pump

Shoichi HASHIMOTO**, Kaoru WADA**, Mitsuru SAKURAI**,
Akihiko NISHIDE**, Masashi IGUCHI**, Shigeru YOKOUCHI**,
Hisashi OIKAWA**, Hiroyuki OKADA*** and Osamu MOTOJIMA***

** (Osaka Vacuum Ltd., Hachioji, Tokyo)

*** (PPlasma Physics Laboratory, Kyoto University)

(Received December 1, 1987)

はじめに

磁場中でターボ分子ポンプを運転する場合、もっとも顕著な現象として、うず電流によるロータ温度上昇と回転数の低下がある。

今回、従来のターボ分子ポンプにねじ溝分子ポンプを一体化させ、広圧力領域、高流量排気を可能にした複合分子ポンプで、更に5軸制御磁気軸受を採用した。

TG600M($S_{N2}=620\text{ l/s}$)について磁場による影響を実測したので報告する。

2. 実験装置

磁気浮上型複合分子ポンプ TG600M の断面図を Fig. 1 に示す。

本実験では、磁場発生用コイルとポンプを Fig. 2 に示す配置とし、ポンプ回転軸に対して垂直方向の定常(連続)磁場を印加し、磁束密度に対するロータ温度上昇及び回転数を測定した。

尚、ロータ温度の測定は赤外線放射温度計を使用し、

回転数の測定は加速度型振動計の波形を周波数分析し、その回転周波数成分を読みとっている。又、本文に於ては、磁束密度は Fig. 2 に於るポンプが設置される位置の中心“A”の値で代表させている。

3. 実験結果

3.1 磁場中での起動

TG600M を連続磁場中で起動させた時の回転上昇の様子を Fig. 3 に示す。磁束密度の増加にともない定常回転数400 rps に到達する時間が延び、60 Gauss を越えると回転は上昇しない。

3.2 磁場による回転数の低下

TG600M 定常回転中に磁場を印加した時の回転数の変化を Fig. 4 に示す。磁束密度が約80 Gauss となると、うず電流による制動力とモータトルクが平衡し、これを越えると急激に回転数が低下する。

3.3 ロータ温度

磁場とロータ温度上昇の関係を Fig. 5 に示す。本図ではまず磁場を印加せず TG600M を運転し、ロータ温度が飽和した後磁場を印加している。

3.4 磁場中での停止

TG600M を磁場中で停止させた時の停止曲線を Fig. 6 に示す。起動時とは逆に磁束密度の増加にともない停

*昭和61年11月12日 第27回真空に関する連合講演会において講演(12Ap-6)

** ㈱大阪真空機器製作所(八王子市栢田町1221)

*** 京都大学ヘリオトロン核融合研究センター

Fig. 1 Sectional drawing of TG600M.

Fig. 2 Skeltor of experimental setup.

止時間が短くなる。

3.5 磁場によるうず電流損

Fig. 6の停止曲線より算出されたTG600Mの定常回転数でのうず電流損をFig. 7に示す。

Fig. 7にはTG600Mと同じくターボ翼とねじ溝から成る複合分子ポンプTG550と、ターボ翼のみのTH520のうず電流損を併記している。これら3種のポンプはほぼ同サイズであるが、Fig. 7に示される様に複合分子ポンプTG600MとTG550は、ターボ分子ポンプTH520に比べ、うず電流損が大きいことから、磁場による影響が顕著であり、連続運転可能な許容磁束密度が小さいものと考えられる。

4. 結 論

1) 磁気浮上型複合分子ポンプTG600Mを運転するための連続磁場（ポンプ回転軸と垂直方向—以下横磁場

Fig. 3 Rotation frequency of TG600M operating in the magnetic field. N: rotation freq. (rps), t: time (min), B: magnetic flux density (gauss).

Fig. 4 Decrease of rotation frequency with increasing magnetic fields. N: rotation freq. (rps), B: magnetic flux density (gauss).

と記す。)の許容値はロータの許容温度が約 120°C ということから20~25ガウスである。

この時のロータ回転数の低下は1%以下であり、排気性能に及ぼす影響はほとんど無視できる。

2) 本実験のTG600Mと従来のボールベアリング式のTG550を比較すると、横磁場については、Fig. 7に示す如く、磁場によるうず電流損は比較的近い値となっ

Fig. 5 Temperature rise of rotor of TG600M operating in the magnetic field. T: rotor Temperature ($^{\circ}\text{C}$), t: time (hr), B: magnetic flux density (gauss).

Fig. 6 Difference of rotation frequency decay curve. N: rotation freq. (rps), t: time (min), B: magnetic flux density (gauss).

ている。

しかしながらTG600Mの回転部は他と接触がないことから、TG550の様にベアリング接触部やベアリング潤滑油による放熱効果は期待できない。

この点同じ条件で運転してもTG600Mの方がロータ

Fig. 7 Eddy current loss calculated by the use of frequency decay curve Fig. 6. P_{edd} : eddy current loss (w), B: magnetic flux density (gauss).

温度が上昇することが考えられる。

3) ボールベアリング式のポンプに於ては、回転軸に平行な磁場（以下縦磁場と記す。）での運転は、横磁場での運転に比べ、受ける影響は格段に小さいものであった。（実際に TG550 では横磁場での限界値の約10倍近い値でも運転が可能である。）

今回、磁場浮上型 TG600M に於ては、Fig. 1 の断面図に示す如くある範囲の横磁場（磁性材が磁気飽和しない範囲）であれば、外部からの磁束が回転体まわりの固定部分の磁性材料部を通過（シールド効果）し、回転体（磁性材であるシャフト部分）への吸引力として作用しない。しかし縦磁場の場合、それが直接回転体への吸引力として作用することが考えられる。このことが磁気軸受の制御に与える影響を検討・テストすることが今後必要となる。

〔文 献〕

- 1) W. Becker and Henning J. Vac. Sci. Technol. 15(2) 1978.
- 2) 西出昭彦, 他: 真空 5 (1984).