

## III~2] [ 초 청 ]

### Development of STP-301(C)/451(C) Turbomolecular Pump

Y. ENOMOTO, H. ENOSAWA AND T. TAKAHASHI, SEIKO SEIKI Co., LTD.

Seiko Seiki develops and manufactures Magnetic Bearing type Turbomolecular Pumps (MB-TMP). Seiko shipped 14,000 MB-TMPs and holds the world's largest share in the MB-TMP field. It developed a new 300 (l/s) class turbomolecular pump.

#### 1. Market Demands

The conventional MB-TMP had various advantages, such as compactness, little vibration, and oillessness, but had a disadvantage that it required a backup power supply (normally a battery) to protect it at power failure. This was the only problem for the MB-TMP users since the battery has a service life and must be periodically replaced.

If the battery is not replaced or if the battery level goes low due to successive power failures, magnetic levitation cannot be maintained, and the rotor touches the protective bearing during high-speed rotation, causing its failure.

It was therefore demanded to develop a new MB-TMP that did not require a battery.

#### 2. Development of New Pump

Seiko Seiki developed a MB-TMP pump without a battery to meet the above market demand. The new functions of the pump are outlined below.

##### 1) No battery

If power fails while the TMP is running at high speed, the pump motor can be used as a power generator to provide the energy required for magnetic levitation from rotational energy. A DC brushless motor is used to generate the energy efficiently and stably and reduce the motor acceleration and deceleration time. Figure 1 is a block diagram of the newly developed control unit.

##### 2) Automatic tuning

Since the conventional MB-TMP must match the control unit, it was necessary to replace the pump and control unit at the same if the user changes the cable length. However, the new control unit contains a microcomputer and an automatic tuning function (a circuit that automatically sets the lifting position of the rotor) to eliminate the need to replace the pump and control unit. Only the pump body or individual circuits can be replaced if necessary during overhauling, thus improving its maintainability drastically.

### 3) Space saving

The full rack size control unit was used for the previous model, but we developed a half rack size control unit to save space. (The volume and weight of the control unit are reduced by about 30%.)

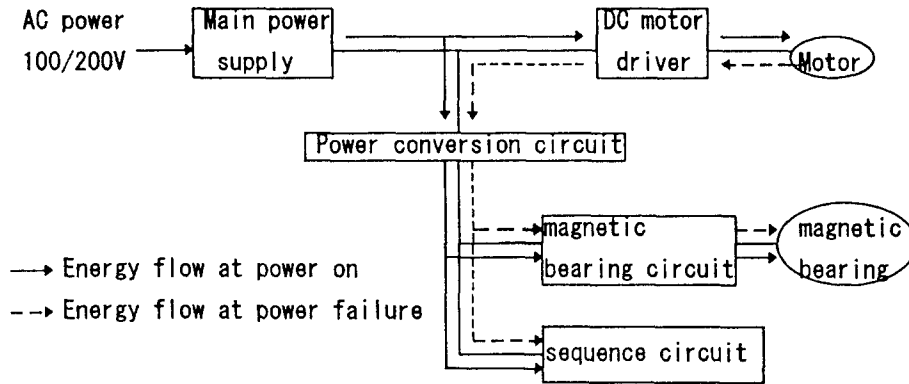


Figure 1 Control unit block diagram

### 3. Reliability

Various reliability tests were carried out to develop the new pump. Ten or more touchdowns from the rated speed were carried out, vibration was applied to the pump 200,000 times or more at the level where the rotor contacts the protective bearing, and the pump was started and stopped continuously 20,000 times or more to test its reliability. There was no problem.

To assure safety, the compulsory destruction test of the rotor was carried out to confirm the strength of the outer casing.

### 4. Summary and Future Tasks

Disuse of the battery, which was demanded by the market, was implemented as described previously. The pump can be used properly at the current level, but it will be improved further as follows:

#### 1) Reduction of the rotor touch down speed at power failure

To improve reliability further, the power consumption by the circuitry is reduced, the efficiency is improved, and the rotor touch down speed is reduced at power failure.

#### 2) Widening range

Pumps with a wider range are developed to improve process flexibility.

## STP-301(C)/451(C)ターボ分子ポンプの開発

セイコー精機(株)は、磁気軸受式ターボ分子ポンプ(以下MB式TMP)の開発・製造を行っており、既に14,000台以上の出荷実績があり、MB式TMPとしては世界NO.1のシェアを確保している。今回、新型300(1/s)クラスのターボ分子ポンプを開発した。

### 1. 市場の要求

従来のMB式TMPは、小型、低振動、低騒音、完全オイルフリー等の優れた特徴がある反面、停電時保護対策としてのバックアップ電源(通常バッテリー)が必要であった。バッテリーには寿命があるため定期的な交換が必要であり、MB式TMPのユーザにとって唯一の負担となっていた。

また、バッテリー交換を忘れてたり、連続して停電が発生したことなどによりバッテリー容量が不十分となった場合、磁気浮上を維持出来ず、高速回転中に回転体が保護ベアリングに接触してしまうタッチダウン現象を引き起こし、不具合の原因となっていた。

以上のような理由により、バッテリーを使用しない新しいMB式TMPの開発が望まれていた。

### 2. 新型ポンプの開発

セイコー精機では、上記のような市場の要求に対応するためにバッテリーを使用しないノーバッテリータイプのMB式TMPポンプを開発した。開発にあたり新設した機能の概略を以下に示す。

#### 1) ノーバッテリー化

TMPが高速回転中に停電が起こった場合、TMPのモータを発電機として使用することにより、磁気浮上に必要なエネルギーを回転エネルギーから取り出すことが可能になった。また、回転エネルギーを効率よく安定に取り出すと同時にモータの加減速時間を短縮するためにDCブラシレスモータを採用した。

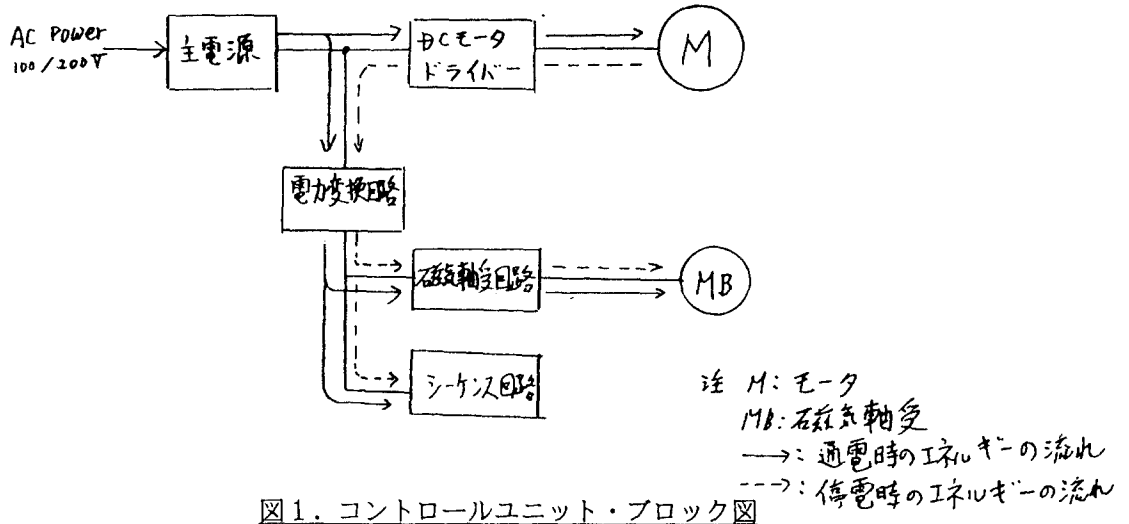
今回開発したコントロールユニットのブロック図を図1に示す。

#### 2) オートチューニング化

従来のMB式TMPではポンプ本体とコントロールユニットのマッチングを図る必要があったため、ユーザがケーブル長を変更する場合など、ポンプ本体とコントロールユニットを同時に交換する必要があった。しかし、マイクロコンピュータを採用し、オートチューニング機能(回路内部にて回転体の浮上位置を自動設定する機能)を実現したことにより、その必要性が無くなった。オーバーホールなどを行う際にはポンプ本体または回路単体のみを交換すればよく、格段の作業性の向上が図られた。

### 3) 省スペース化

従来機種ではフルラックサイズのコントロールユニットを使用していたが、省スペース化に対応して、ハーフラックサイズのコントロールユニットを開発した。(体積、質量とも従来の約30%のコントロールユニットを開発した)



### 3. 信頼性の確保

開発したポンプでは、さまざまな信頼性試験を行っている。特に信頼性を確保するため、定格回転数からのタッチダウン10回以上、ロータ保護ベアリングに接触するレベルでの加振20万回以上、連続起動停止2万回以上を行い問題の無いことを確認している。

また、安全性を確保するためにロータの強制破壊試験を行い、外筒の強度確認を行っている。

### 4. まとめと今後の課題

市場の要求であるノーバッテリー化は上記のように実現できた。

開発されたポンプは現状レベルでも使用上の問題はないが、引き続き以下の取り組みを行っている。

#### 1) 停電時のロータ降下回転数の低下

より信頼性を高めるため、回路内の省電力化、高効率化を進め、停電時のロータ降下回転数をより低くする。

#### 2) 広帯域化

プロセスに対する柔軟性をより一層向上するために、広帯域化したポンプの開発を進める。

以上