

磁歪振動発電デバイスのフレーム構造について

2019年6月8日 金沢大学 上野 敏幸

磁歪振動発電デバイス（U字フレームと磁歪板のユニモルフを発電部とする[1]）の設計においては、振動でデバイス全体に生じる慣性力で如何に大きく発電部を変形させ、磁化の変化を引き起こす一様な応力を磁歪板内部に発生させるかがポイントになる。まずデバイスを変形しやすくするにはフレームを適度に華奢にするのがよく、上部フレームの発電部から先端を減肉し、磁歪板の応力や磁気回路に寄与しない部分を削除する（図①）。そして、より小さい力で磁歪板の長手方向に一様で大きな応力を発生させる構造にする。この設計において、まず磁歪板の長手方向の応力分布はこれが張り付く上部フレームの形状（幅、厚さ）とヤング率で決定される。片持ち梁では、先端の錘（大きな慣性力を作用する）からの距離、つまり根元（この場合、湾曲部）に近づくほど曲げモーメントが大きく、従って応力も大きくなる。これを均一にするために例えばフレームの形状をテーパにし、先端に行くほど幅が小さくなる構造にする（図②）。このような梁をテーパにする手法は圧電素子で取られる。これにより先端ほど磁歪板に張り付くフレームの断面積が小さくなり、結果、応力がゼロの中立軸が磁歪板側に移動し、応力が大きくかかる。よって根元から先端にかけ磁歪板内により均一な応力分布になると考えられる。

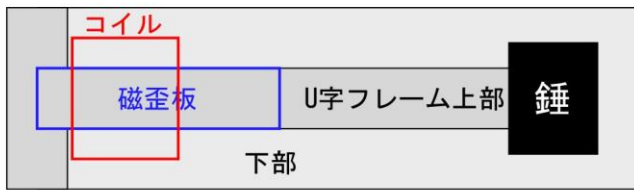
②では先端に行くほどフレームの幅に伴い磁路幅も狭くなる。これは磁気回路に影響を及ぼすので、例えばテーパの代わりに上部フレームの両側から中央に向かい先端に行くほど長くなるスリット（溝）を一定間隔で設ける方法も考えられる（図③）。この効果として、溝を入れた間の部分が発電部の応力分布にさほど影響せずテーパの場合に近い応力分布が発生しながら、一定のギャップ（磁気抵抗）はあるが磁路がある程度維持できる。

また慣性力による弾性エネルギーは発電部に集中した方がよく、そのため発電部以外のフレーム部分の剛性は高めた方がよい。下部フレームは、磁路の役割をするよう上部フレームに対し2倍以上の断面積（幅）を取っているが[2]、更にこの部分の剛性を増加するため、例えば、両端を直角に折り曲げ、コの字の断面にする方法が考えられる（図④）。これはフレームを成型する際に一工程、増えるが安価に実現できる。

参考文献

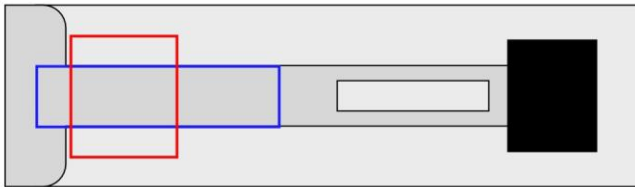
- [1] 上野敏幸, “電池フリーIoTの実現に向けた磁歪式振動発電デバイスの量産構造の提案”, 日本AEM学会誌, Vol. 26, No. 1 p.185-190 (2018)
- [2] 上野, “発電素子, 発電素子の製造方法及びアクチュエータ”, 特許第 6343852

発電デバイスの基本構造（正面図）

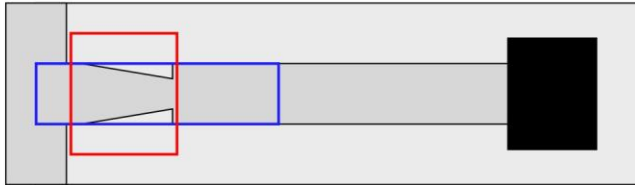


振動方向
紙面垂直

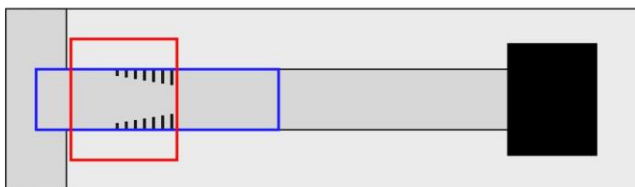
①上部：先端部の減肉 → 軽量，共振周波数の向上



②上部：テーパ → 磁歪板の応力を均一にする効果



③上部：スリット → 磁歪板の応力を均一にする効果+磁路幅を維持



④下部：両端部を直角曲げ → 高剛性化，磁歪板の応力、および共振周波数の増加

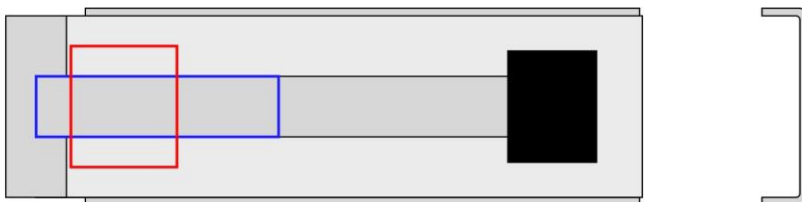


図 フレーム構造の工夫