

研究の背景・目的

これまで積層式高調波型磁気歯車を開発し、研究を行ってきた。これは、積層数を変更して脱調トルクを変更させられるという特徴を持つ一方で、トルク密度が小さいという問題があった。

そこで本研究では新たな構造を提案する。提案する構造について実験やシミュレーションを通し、トルク向上への有効性を確認する。

提案する構造

従来の構造では、リング磁石で鉄板を挟み込み、半径方向に磁束を収束させ、回転の伝達をおこなっていた(図1)。提案する構造にはこの部分に鉄板を用いていない。新しく提案する積層式高調波型磁気歯車の構造を示す。

Layer1 : 半径方向着磁のネオジム磁石を一周並べたもの。隣り合う磁石同士は逆向きに着磁されている。従来型と異なり、回転に直接関わる半径方向に磁束が向かう部分が全て磁石である。

Layer2 : 軸方向に着磁されたネオジム磁石を一周並べたもの。こちらも隣り合う磁石同士は反対向きに着磁されている。

図2に、提案する構造の模式図を示す。インナーとアウターでは、Layer1とLayer2を交互に積層することによって、Layer1を中心としたハルバツハ配列を形成する。これにより、半径方向に向かう磁束を強める構造となる。

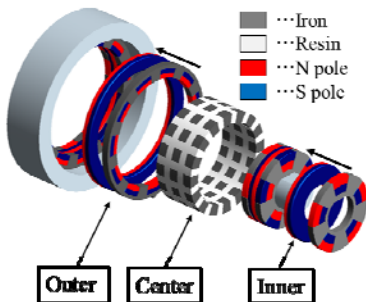


Fig.1 The past type of magnetic harmonic gear with stackable structure

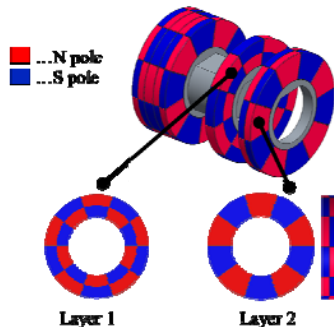


Fig.2 Structure of new proposed type (inner)

実験

新たな構造を持つ試作機を製作し、実験により最大伝達トルクの測定を行った。実験は、入力回転数を一定に保ち、出力軸に負荷をかけて脱調させる。脱調時のトルクを最大伝達トルクとして測定した。実験は1000rpmまで100rpm間隔で行った。

結果を図3に示す。回転数によらず、ほぼ一定の値をとることが確認できた。また、最大でおよそ8.0 Nmの伝達トルクを達成できた。

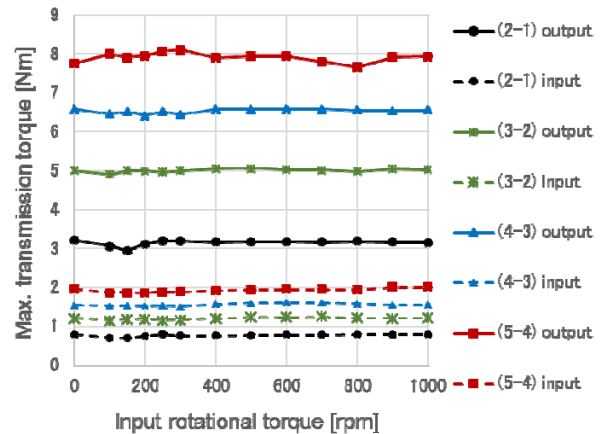


Fig.3 Maximum transmission torque

シミュレーション

シミュレーションにより、構造の改良による効果の検討を行った。従来の構造を持つ、寸法・極対数を今回製作した試作機と同じとしたモデルを用いて最大伝達トルクとトルク密度の算出を行った。その結果を表1に示す。最大伝達トルクは3.2倍、トルク密度は2.2倍程度となり、提案する構造が有効であることが確認できた。

Table 1 The result of simulation

	The past type	The new type
Max. transmission torque [Nm]	2.72	8.63
Volume of magnet [m ³]	5.09×10 ⁻⁵	7.24×10 ⁻⁵
Torque density [Nm/m ³]	5.3×10 ⁴	11.9×10 ⁴

まとめ

積層式高調波型磁気歯車について、ハルバツハ配列を用いた新たな構造を提案した。研究を通して、以下のことが明らかになった。

- 1) 約8.0Nmの最大伝達トルクを達成した。
- 2) 従来の構造から、トルク密度は約2.2倍向上した。

以上のことから提案した構造は、積層式高調波型磁気歯車のトルク特性を向上させることができた。

