課程博士

※学位授与年度	2026 年度	甲第　19　号

論 文 内 容 の 要 旨

※　論文内容の要旨を以下確認する。

論文審査委員会

申　請　者	林　秀行
専　　攻	大同大学大学院　研究生
研究指導担当教員	大嶋　和彦

主　査　大嶋　和彦
専攻長（博士後期課程）　川福　基裕
委　員　蔦森　秀夫
尾形　和哉
田中　淑晴
井上　剛志（名古屋大学）

論文題目：確動カム動作を利用した新しい減速原理による減速機の小形化に関する研究

要旨

本論文では，小形サーボモータの減速機構に重用されている代表的な減速機である遊星歯車減速機，偏心揺動歯車減速機，および波動歯車減速機に対してさらなる小形化を目指した減速機構を2種類提案した．第2章と第3章ではスピログラフからヒントを得たサイクロイダル遊星歯車減速機について述べ，第4章と第5章では周期関数のエリアシング現象からヒントを得たエリアシング式減速機について述べた．

第2章で述べたサイクロイダル遊星歯車減速機は，遊星歯車減速機と偏心揺動歯車減速機を意識しており

２４×１０

これらの減速機では実現が困難であった単段での十分な減速比を有し，駆動時に不要な振動を発生しない小形の減速機構を，遊星歯車に設けた伝動ピンが出力板に彫られた滑りエピトロコイド曲線溝の壁面を押し出すという確動カム動作によって実現している．

この減速機を試作して減速動作を確認したところ，前記のねらいが十分に達成できていることに加えて，無負荷損失トルクも既製品と同程度に低いことが確認できた．

しかしながらその一方で，試作機とはいえ負荷トルクを与えた回転駆動時においてトルクは大きく変動し，トルク伝達効率も７３％と必ずしも満足できる結果ではなかった．これらは，伝動ピンと滑りエピトロコイド曲線溝との確動カム動作によって要素間で発生する摩擦が起因していると考えられる．

第３章で述べたハイポトロコイダル遊星歯車減速機は，第２章で述べたサイクロイダル遊星歯車減速機で懸念されたトルク伝達特性の改善をねらいとして，出力板の溝曲線を滑りエピトロコイドから滑りハイポトロコイドに変更したものとなっている．

この減速機を試作して減速動作を確認したところ，サイクロイダル遊星歯車減速機の長所である減速機本体の小形化や低無負荷損失トルクを活かしつつ，比較的大きなトルク変動と十分でない伝達効率を改善することができ，既製品の遊星歯車減速機と同程度のトル

ク伝達特性を確保することができた．

第４章で述べたエリアシング式減速機は，第２章と第３章で述べたサイクロイダル遊星歯車減速機・ハイポトロコイダル遊星歯車減速機に比べて，本体のさらなる薄型化を目指したものである．この減速機は２種類の正弦波形状の曲線溝とベアリングボールとの相互作用（エリアシング現象）による減速動作を板カム動作によって実現しており，単段で高減速比を実現することができる．

この減速機を試作して減速動作を確認したところ，前記のねらいが達成できていることに加えて，トルク変動を既製品の遊星歯車減速機と同程度に抑えつつ，無負荷損失トルクも十分に低いことが確認できた．

しかしながらその一方で，試作機とはいえトルク伝達効率は７０％と必ずしも満足できる結果ではなかった．これはベアリングボールと溝との間で発生する差動滑りによる摩擦が大きいためと推測される．

第５章で述べたスライダ減速機は，第４章で述べたエリアシング式減速機のバリエーションである．この減速機は波動歯車減速機の短所である弾性変形による減速動作を意識して開発したものであり，エリアシング式減速機の２種類の溝が入力部とステータの正弦波形状の歯形に，ベアリングボールが棒状のスライダにそれぞれ置き換わったものとなっている．そしてエリアシング式減速機と同じ減速動作を採用することで，

波動歯車減速機における弾性変形を回避しつつ，より薄型で同等の高減速比を実現することができる．

この減速機を試作して減速動作を確認したところ，前記のねらいが十分に達成できた．そして，無負荷損失トルクも既製品の波動歯車減速機と同程度に低いことが確認できた．

しかしながらその一方で，試作機とはいえ負荷トルクを与えた回転駆動時においてトルクは大きく変動し，トルク伝達効率も３７％と必ずしも満足できる結果ではなかった．この要因として，スライダとスライダ溝の間で発生する摺動摩擦が考えられる．

本論文で提案した減速機は，第１章で紹介した遊星歯車減速機に比べて単段で高減速比を実現することができている．さらに，代表的な３種類の減速機に比べて本体のさらなる小径化および薄形化，つまりさらなる小形化が実現できている．

本論文で提案した減速機は，減速駆動はするものの既製品の減速機に比べて，トルク伝達効率またはトルクの変動において改善の余地が残されている．その原因としては，提案したすべての減速機の減速原理に共通している確動カム動作によって要素間で発生する摺動摩擦や滑り摩擦，構成部品の弾性変形による動力の散逸などが考えられる．つまり，トルク伝達特性の向上にはこのような摩擦の低減や使用素材の取捨選択が重要な課題となる．