

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲/乙第 号	氏 名	七森 泰之
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学准教授	博士(工学) 高橋 正樹
	副査	慶應義塾大学准教授	工学博士 中澤 和夫
		慶應義塾大学准教授	博士(工学) 石上 玄也
		慶應義塾大学教授	博士(工学) 白坂 成功
<p>(論文審査の要旨)</p> <p>学士(工学)・修士(工学) 七森 康之君提出の学位論文は「宇宙機運用シナリオに基づくコントロールモーメントジャイロの駆動則に関する研究」と題し、全6章から構成される。</p> <p>本論文は、宇宙機の姿勢制御用アクチュエータとして用いられるコントロールモーメントジャイロ(Control Moment Gyros, CMG)は同種のリアクションホイール(Reaction Wheel, RW)と比較して出力トルクの大きさや消費電力の面で大きなメリットがあるものの、トルク分解能の低さや機構の複雑さに起因する故障リスク、エネルギー貯蔵装置として用いた際の電力マネジメントが課題である。一方、CMGに関する多くの従来研究は単一姿勢マヌーバの成立性を目的とし、主に宇宙機からの要求トルクに対して所望のジンバル指令値を計算する際の逆行列計算における特異点問題を議論してきた。しかし、CMGを搭載する宇宙機として特に高分解能地球観測衛星を対象とした場合、複数の時間スケールに対して宇宙機の実際の運用シナリオを考慮した新たなCMG駆動則が必要となっている。本論文では、多地点観測ミッションのための複数回連続姿勢マヌーバの成立性向上や宇宙機バスシステムの耐故障性・信頼性向上に寄与する新たな駆動則を提案している。</p> <p>第1章では、本論文の背景および目的について述べている。</p> <p>第2章では、宇宙機の姿勢運動およびダイナミクスについて定式化するとともに、CMG駆動則に関する関連研究について述べている。</p> <p>第3章では、連続姿勢マヌーバの実施(数十秒～数分程度)を想定し、可変速度CMG(Variable Speed CMG, VSCMG)を用いて高速な姿勢変更と高精度な姿勢整定を両立させるモード遷移駆動則を提案している。提案手法では各姿勢マヌーバにおいて、一定速度CMGモードで高速な姿勢変更を行い、終局時にはCMGのジンバルを停止させ、トルク分解能に優れたRWモードへ切り替えて姿勢整定を行っている。この際、後続の高速姿勢変更へ向けてCMGのトルク出力性能を考慮したジンバル角度の制御を行っている。</p> <p>第4章では、長期間にわたる連続姿勢マヌーバの繰り返し(数時間～数ヶ月程度)を想定し、CMGの故障につながる特異点近傍でのジンバルの急激な動きと、特異点を通過しない場合に生じるジンバル駆動量の偏り、および駆動量の総和を抑制する手法を提案している。提案手法ではジンバル軸の駆動パターンおよび駆動量が初期ジンバル角組合せに依存する性質に着目し、複数回の連続姿勢マヌーバの合間に一定間隔でジンバルのヌル運動を挿入することで適切な初期ジンバル角の値を持たせるような制御を実施している。</p> <p>第5章では、周回軌道における姿勢マヌーバの繰り返し(数時間～数年程度)を想定し、VSCMGにおけるIntegrated Power and Attitude Control System (IPACS)と呼ぶエネルギー貯蔵機能とバッテリーを合わせてハイブリッドシステムとする電源構成を考案している。更にVSCMG/IPACSが姿勢制御機能を担う一方でバッテリーの劣化モードを抑制する電力マネジメントを行う手法を提案した。これにより、VSCMG/IPACSを用いて宇宙機に搭載されたリチウムイオンバッテリーの長寿命化を図れることを示している。</p> <p>第6章では、以上の内容をまとめ、本論文の結論を述べ、最後に今後必要な検討課題について述べられている。</p> <p>以上のように、本論文は、多地点観測ミッションのための複数回連続姿勢マヌーバの成立性向上や宇宙機バスシステムの耐故障性・信頼性向上に寄与する新たな駆動則を提案したものである。その成果は宇宙工学分野において工学上・工業上、寄与するところが少なくない。</p> <p>よって、本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	<p>学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査委員で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。</p> <p>また、語学(英語)についても十分な学力を有することを確認した。</p>		