

氏 名	藤 井 裕 矩 ふじ い ひろ のり
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	工 博 第 433 号
学位授与の日付	昭 和 50 年 9 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 航 空 工 学 専 攻
学位論文題目	STABILITY AND PERFORMANCE OF A DUAL-SPIN SATELLITE (2重スピン衛星の安定性と性能)

論文調査委員 (主 査) 教 授 前 田 弘 教 授 玉 田 珧 教 授 西 川 禎 一

論 文 内 容 の 要 旨

人工衛星の軌道上における姿勢運動の安定化のためには従来から各種の方式が提案されているが、最近重力指向型の衛星本体にロータを取り付けた所謂二重スピン衛星がその優れた安定効果を認められて注目されている。

本論文は、その二重スピン衛星の軌道上における姿勢運動の安定性と性能に関する諸問題を解析的に検討した結果をまとめたもので、6章からなっている。

第1章では、衛星の軌道上における姿勢運動の問題点、その運動に及ぼす衛星系および周囲環境の影響、受動型姿勢安定化方式の利点などについて概説し、特に二重スピン衛星の姿勢運動に関しては、従来の研究成果と本論文で取扱われる諸問題の内容、解析手法、得られた結果などの概要を述べて序論としている。

第2章では、楕円軌道上における剛体の二重スピン衛星の姿勢運動に及ぼす軌道離心率の影響について述べる。ここでは軌道の離心率を小さいとする通常の仮定を除き、従って衛星の秤動運動は軌道面内の運動と軌道面に垂直な方向の運動が連成して生ずる場合を取扱い、主としてロータの姿勢安定に及ぼす効果について調べた。先づ円軌道の場合には、秤動運動は常数係数の線形の運動方程式で記述されるので特性根解析からその安定条件を求め、次に楕円軌道の場合には、軌道遠心率によって誘起される有限振巾の秤動運動まわりの微小な姿勢偏差に対して、フロック理論による数値解析手法を用いてその安定解析を行った。これらの結果を安定図表にまとめて整理した結果、二重スピン衛星はロータの設計パラメータを適当に選ぶことにより、通常重力傾度安定化衛星などに比較して安定な形状の範囲が広いこと、軌道の離心率はその姿勢運動を不安定化する場合があるが、ロータの角速度を適当に選ぶことによりその効果を避け得る利点のあることなどが示される。

第3章では、剛体の二重スピン衛星の姿勢運動に及ぼす非線形共振効果の影響について述べる。ここでは衛星の軌道が円または離心率の小さい楕円の場合について、正準変換法および平均化法を用いて非線形

な内部共振および外部共振条件を解析的に求めた。第2章と同一の衛星モデルについて数値計算を行った結果、この非線形共振効果は衛星の姿勢運動を不安定化すること、またその不安定領域は2次以上の高次の共振効果を含めて第2章の数値解析の結果とよい一致を示すことなどが明らかになった。

第4章では、円軌道上における二重スピン衛星の姿勢安定に及ぼすエネルギー減衰の影響について述べる。ここでは各種のエネルギー減衰器の一般化されたモデルとして、5自由度の相対変位可能な質量を有する減衰器を仮定し、線形化された非保存系に対する安定解析手法を用いて、その漸近安定領域および不安定領域を与える形状パラメータを決定した。またこの一般化された減衰器モデルに対してトラップ状態の存在する条件も求めている。

第5章では、第3章で取扱った剛体の二重スピン衛星本体にエネルギー減衰器を取付けた場合の姿勢運動の変化について解析した結果を述べる。衛星は円軌道上にあるものとし、解析には正準変換法を用いてこの衛星系の線形な姿勢運動の減衰および非線形なパラメータ共振運動の変化について調べたが、その結果、線形運動の漸近安定条件を求め、また線形の共振および非共振運動については、平均化法を用いて解析することによりその急速な減衰を与える形状パラメータを決定している。

第6章では、減衰質量を有する二重スピン衛星の形状パラメータを適当に選択することによってその性能の最適化を行う手法について述べる。ここでは例として、3自由度のエネルギー減衰器を衛星本体に取付けた形状の二重スピン衛星について、小さい離心率の楕円軌道上における姿勢運動の微小偏差を仮定して線形解析を行い、最適化条件としては縦および横の姿勢運動の過渡応答の減衰を最大にする条件を用いた。代表的な衛星の数値例による計算の結果、この最適化された形状の衛星では、その最小減衰モードの振巾半減軌道周回数は縦運動については0.057、横運動については0.255となり、通常の衛星と比較して良好な性能を有することを示した。また定常応答についても検討している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、重力指向型の衛星本体とロータからなる所謂二重スピン衛星の軌道上における姿勢運動に関する諸問題を解析的に検討し、従来の重力傾度安定化衛星などと比較して、その姿勢安定や性能に関して多くの優れた特性を有することを示したもので、得られた主な研究成果は次の通りである。

(1) 円または楕円軌道上における二重スピン衛星の姿勢の秤動運動を解析して、主としてロータの姿勢安定に及ぼす効果を明らかにした。その結果、二重スピン衛星はロータの設計パラメータを適当に選ぶことによって、その安定な形状の範囲が他の方式の衛星と比較して著しく広くなることが示される。

(2) 軌道上の衛星の姿勢運動は、楕円軌道の離心率などの影響による非線形な共振運動により不安定化する傾向を生ずるが、二重スピン衛星ではロータの角速度を適当に選ぶことによって、この不安定領域を避け得る利点のあることを解析的に明らかにした。

(3) 衛星に採用される各種のエネルギー減衰器の一般化したモデルとして、5自由度の相対変位可能な質量を有する減衰器を仮定し、これを円軌道上における二重スピン衛星本体に取付けた場合について安定解析を行った。その結果、姿勢運動の漸近安定領域および不安定領域を与える形状パラメータを決定し、またトラップ状態の存在する条件も見出している。

(4) 先に解析した二重スピン衛星の非線形共振運動に及ぼすエネルギー減衰器の効果について詳細に検討し、その共振および非共振運動の減衰に及ぼす形状パラメータの効果などを調べた。

(5) 3自由度のエネルギー減衰器を有する二重スピン衛星について、その形状パラメータを適当に選ぶことによりその性能を最適化する手法を示した。最適化条件としては縦および横の姿勢運動の過渡応答の減衰を最大にする条件を用いたが、数値例による計算の結果、この最適化された衛星の最小減衰モードの振巾半減軌道周回数は、縦運動については 0.057、横運動については 0.255 となり、他の方式の衛星と比較して良好な安定性能を有することが示された。

以上要するに、本論文は受動型姿勢安定化衛星のうち最近特に注目されている二重スピン衛星について、一般化されたモデルを用いてその姿勢運動の安定性と性能に関する諸問題を詳細に検討したもので、この方式の衛星の運動の諸性質や特色を明らかにすると共に、衛星の設計に際して優れた指針を与えるものである。従って、本研究は学術上、實際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。