

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	富岡 孝太
論文審査担当者： 主査 慶應義塾大学教授 工学博士 長坂 雄次			
副査 慶應義塾大学准教授 博士（工学） 田口 良広			
慶應義塾大学准教授 博士（工学） 高橋 正樹			
慶應義塾大学准教授 博士（工学） 石上 玄也			
(論文審査の要旨) 学士（工学）、修士（工学）富岡孝太君提出の学位請求論文は「誘電体多層膜を用いた宇宙用電波透過型熱制御材に関する研究」と題し、7章から構成されている。 宇宙空間における物体の温度は、熱光学特性（太陽光吸収率と全半球放射率）によって決まるため、それらの値を自由に選択できることは、宇宙機の熱設計を行う上で望ましい。しかし、従来これらの値はバルクの物性値から決定されるため、限られた値しか選択できないのが現状であった。さらに、低太陽光吸収率または低放射率を示す材料は金属を使って実現していたため、電波透過性が無く、電波透過性と熱光学特性を両立する材料はこれまで無かった。そこで本研究は、誘電体多層膜の光干渉を用いて、紫外域から遠赤外域（0.25 ～ 100 μm）の反射特性を制御し、自在に熱光学特性を選択できるような電波透過型熱制御材 COSF（Controlled Optical Surface Film）を提案し、試作・評価および宇宙空間での実証実験を行い、その有用性を明らかにしている。また、COSF を使った電波透過性と断熱性を両立させた電波透過型断熱材 RT-MLI（Radiowave Transmissive MultiLayer Insulation）の提案をしている。その際、従来困難であった小サイズ試料の低熱伝導率測定について、熱損失量を考慮した高精度熱伝導率測定法を提案し、その有用性を示すと共に、RT-MLI の評価を行っている。 第1章に、本研究の背景と COSF の提案を行い、電波透過性と熱光学特性を両立させる意義について概説している。 第2章では、COSF の原理について論じている。また、薄膜材料とバルク材料の光学定数の違いについて考察し、実際の光学定数測定結果を示している。 第3章では、遺伝的アルゴリズムによる多層膜設計法を提案し、自在に熱光学特性を設計できることを明らかにしている。その際、熱光学的知識を新たにアルゴリズムに導入することで、より少ない多層膜数で狙いの熱光学特性を設計できることを示している。 第4章では、低太陽光吸収率・高放射率を示す電波透過型排熱材 COSF、低放射率を示す電波透過型赤外反射材 COSF-IR（Infrared）の試作を行い、それぞれの熱光学特性および電波透過性の測定を行い、従来の金属材料と比較して優れた性能を有することを明らかにしている。 第5章では、COSF を使った RT-MLI の提案を行っている。また、低熱伝導率材料の熱伝導率測定についての新しい補正法を提案し、実際に RT-MLI の熱伝導率を測定し、評価を行い、その有用性を明らかにしている。 第6章では、COSF の宇宙空間での劣化特性について述べ、その劣化予測を地上実験結果と合わせて論じている。また、小型衛星ほどよし 4 号機、および国際宇宙ステーションにおける実証実験についての実験概要および実験結果についてまとめている。 第7章では、結論として各章で得られた内容をまとめ、本研究の成果を要約している。 以上要するに、本研究は誘電体多層膜の光干渉を用いて、紫外域から遠赤外域の反射特性を制御し自在に熱光学特性を選択できる電波透過型熱制御材の新たな設計手法を提案し、試作・評価および宇宙空間での実証実験を行い、その有用性を明らかにしており、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。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。			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第2（システム統合工学専修）科目担当で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 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。		