

審査の結果の要旨

氏名 岩瀬 英治

本論文は「モルフォ蝶を規範とした構造発色デバイス」と題し、5章からなっている。自然界にはモルフォ蝶・クジャク・ネオンテトラなど鮮やかな発色をもつ生物が多く存在し、これらの発色は色素によるものではなく、「構造色」または「構造発色」と呼ばれる可視光波長オーダの構造によって生じる発色であることが知られている。本論文では、モルフォ蝶の鱗粉の表面構造・表面光学特性を規範とした構造発色デバイスについて論じることを目的としている。

第1章の「序論」では、研究の目的・意義および研究の背景、論文の構成について述べている。

第2章の「発色・測色」では、「構造色」の本論文における定義を述べ、発色現象を色素発色と構造発色に分類している。それぞれの発色スペクトルや発色効率に関してどのような特徴を典型的に持つかについて比較を行なっている。また、国際規格や工業規格で用いられている「物体の色」の測定方法では、構造発色する物体の表面光学特性の評価には不十分である構造発色をも含めた発色を評価する方法として変角分光測色計測を用いた評価法を提案している。この評価法を用いることにより、モルフォ蝶の鱗粉は発色の低角度依存性および広角発色性という反射型発色デバイスとして有用な特徴を持つことを明らかにしている。

第3章の「理論・解析」では、モルフォ蝶鱗粉の表面光学特性を再現し、構造発色デバイスの設計指針を明らかにするために、発色の原理の理論的な解析を行なっている。まずモルフォ蝶の鱗粉の表面3次元構造をSEM (Scanning Electron Microscope) を用いて観察・解析している。また、第2章での鱗粉の変角分光測色計測における特徴的な照明・受光条件の系列をもとにモデルを用いてシミュレーションを行ない、解析を行なっている。多層膜構造・回折格子・ホログラフィー・*phonic crystal*などさまざまな構造に対する解析手法があるが、それぞれが鱗粉構造の光学的特性を理論的に説明するのに有効であるかを検討している。その結果、モルフォ蝶の鱗粉のように発色の低角度依存性および広角発色性を有する構造発色は多層膜と不規則な格子周期をもつ回折格子を組み合わせた「多層膜不規則格子構造」によって再現できることを明らかにした。

第4章の「設計・製作・評価」では、本章では、第3章の理論的解析に基づき、多層膜格子型と多層膜不規則格子型の2つについて構造発色デバイスを設計・製作し、その評価を行っている。窒化シリコン (Si_3N_4 , 屈折率: 2.0) とガラス (SiO_2 , 屈折率: 1.5) の交互3層、計6層の多層膜を用いた多層膜不規則格子構造を作成し、モルフォ蝶の鱗粉のように発色の低角度依存性および広角発色性を有することを確認している。また、構造発色デバイスをディスプレイデバイスとしての適用可能性を検討している。可変な発色ディスプレイを作成し、その発色特性を評価している。

第5章の「結論」では、本研究によって得られた成果とその結論を述べている。

以上のように本論文では、モルフォ蝶の構造発色における発色の低角度依存性および広角発色性の原因を計測および理論的解析により深く洞察を行ない、その構造を製作することにより理論の検証・評価を行なっている。さらに、構造発色デバイスをディスプレイデバイスとして応用する方法について実験を行なっており、科学的にも工学的にも非常に意義深い結論を得ているといえる。

よって本論文は博士(情報理工学)の学位請求論文として合格と認められる。