

リアルカラーディスプレイのための  
ランダム偏光フィルム設計および特性評価

2022年度

佐々木 詩月

## 主 論 文 要 旨

No.1

報告番号	甲	第	号	氏 名	佐々木 詩月
主 論 文 題 名 :					
リアルカラーディスプレイのためのランダム偏光フィルムの設計および特性評価					
(内容の要旨) 液晶、 <b>OLED</b> ディスプレイには内部に偏光板が用いられており、偏光サングラスを着用してディスプレイを視認した際には偏光板の透過軸が直交する直交ニコル状態において画面が完全に見えなくなる。このブラックアウト問題を解消するため、直線偏光を円偏光に変換する 4 分の 1 波長板 ( <b>QWP</b> ) が広く用いられている。しかし、 <b>QWP</b> を透過した光の偏光状態は波長に依存するため、既存の <b>QWP</b> を用いたディスプレイは偏光サングラスの透過軸の角度により画像の色が変化して見える。ディスプレイの色変化を生じさせることなく、ブラックアウト問題を解消する方法として、本研究ではランダム偏光フィルム ( <b>RDF</b> ) を提案する。 <b>RDF</b> はマイクロサイズの複屈折性粒子をポリマーフィルムに添加することで作製される。添加した粒子の複屈折により、 <b>RDF</b> を透過した光は微小領域ごとに異なる偏光状態に変化する。本研究では、添加粒子のサイズ、フィルム母材として用いるポリマー、添加粒子の材料を変えて <b>RDF</b> の作製を行い、ディスプレイの色変化を解消し、かつディスプレイの鮮明度への影響が小さい <b>RDF</b> の設計を行った。 第 1 章は序論であり、本研究の背景と目的を示した。 第 2 章では、 <b>RDF</b> の偏光解消の基礎知識として偏光と複屈折に関して概説した。 第 3 章では、 <b>RDF</b> の偏光解消原理に関して説明し、 <b>RDF</b> の設計方針を示した。 第 4 章では、ディスプレイの色変化の観点から <b>RDF</b> に添加する粒子サイズの検討を行った。粒径 3.6 および 7.3 $\mu\text{m}$ のカルサイト粒子を添加した <b>RDF</b> が、マクベスチャートの全 24 色に対し人間の眼には色の違いを認識できないとされる色度変化量を示した。これより、ディスプレイの色変化を解消するためには、おおよそ 600–1200 nm 以上のリタデーションが必要であることが示唆された。 第 5 章では、ディスプレイの鮮明度の観点から <b>RDF</b> に添加する粒子サイズと母材ポリマーの検討を行った。鮮明な画像を実現するためのカルサイト粒子の粒径は 14.3 $\mu\text{m}$ 以上、母材ポリマーはポリスルホンであることが明らかになった。 第 6 章では、 <b>RDF</b> の添加粒子材料の検討を行った。粒径 20 $\mu\text{m}$ のシルクパウダーを添加した <b>RDF</b> がディスプレイの色変化を解消し、さらに直交ニコル状態において最も鮮明な画像を実現することが明らかとなった。 第 7 章では、シルクパウダーを添加した <b>RDF</b> の偏光解消効果を解析した。シルクパウダーを添加した <b>RDF</b> により、ディスプレイからの光の偏光度が 99.9%から 19.2%まで低減されることを示した。また、 <b>RDF</b> が斜めからディスプレイを視認した際に生じる虹むらの解消にも有用であることを示した。 第 8 章は結論であり、得られた成果を総括し、今後の展望について述べた。					

# Thesis Abstract

No. \_\_\_\_\_

Registration Number	<input checked="" type="checkbox"/> “KOU” <input type="checkbox"/> “OTSU” No. _____ *Office use only	Name	SASAKI, Shizuki
Thesis Title Design and Analysis of Random Depolarization Film for Real-Color Displays			
Thesis Summary <p>Liquid-crystal and OLED displays emit linearly polarized light, which causes a blackout problem when the displays are viewed through polarized sunglasses in a crossed-polarizer state. This problem can be addressed by using quarter-wave plates (QWPs), which convert the linearly polarized light to circularly polarized light. However, the color of the displayed image with existing QWP changes depending on the angle of the transmission axis of the polarized sunglasses because the polarization of the light transmitted through the QWP depends on the wavelength of the light. In this study, the random depolarization film (RDF) is proposed to address the blackout and color change problems. The RDF consists of a polymer film doped with birefringent microparticles. Owing to the birefringence of the dopant particles, the RDF converts linearly polarized light to randomly polarized light. The matrix polymer, and the size and material of the dopant particles are optimized to design the RDF that realizes clear real-color displays.</p> <p>Chapter 1 describes the background and objective of this study.</p> <p>Chapter 2 summarizes the knowledge of polarization and birefringence relating to the RDF.</p> <p>Chapter 3 describes the depolarization mechanism of the RDF and the plan to design the RDF.</p> <p>Chapter 4 describes the optimization of the dopant particle size with respect to the color change of the displays. The RDFs doped with calcite particles of 3.6 and 7.3 <math>\mu\text{m}</math> in diameter achieved chromaticity changes of less than 0.02 for all 24 colors of the Macbeth chart. This result suggests that the retardation of higher than 600–1200 nm is required for the RDF that resolves the color change problem.</p> <p>Chapter 5 is related to the optimization of the dopant particle size and matrix polymer with respect to the sharpness of the displays. The RDF doped with calcite particles of larger than 14.3 <math>\mu\text{m}</math> in diameter and based on polysulfone exhibited sharper images than the RDFs using the other particle sizes and matrix polymer.</p> <p>Chapter 6 describes the investigation of the dopant particle material for the RDF that realizes clear real-color displays. The RDF doped with silk particles of 20 <math>\mu\text{m}</math> in diameter resolved the color change problem of the displays and realized the sharpest image in the crossed-polarizer state.</p> <p>Chapter 7 states the analysis of the depolarization effect of the RDF doped with the silk particles. The RDF reduced the degree of polarization of the light emitted from the display from 99.9% to 19.2%. In addition, the RDF prevented a color unevenness of the displays viewed at oblique angles.</p> <p>Chapter 8 summarizes the results of this study and provides some directions for future works.</p>			