

色味のある視野角制御フィルムの作製

東京理科大学 ○谷田川 克進, 谷口 淳
産業技術総合研究所 穂苅 遼平, 栗原 一真

1. はじめに

近年、スマートフォンやタブレット端末等のタッチパネルデバイスが普及している。これらは使用する際に、ディスプレイへ情報を出力する必要があるが、覗き込みにより個人情報が漏洩する問題がある。そのため、覗き込みを防止する機能を有する視野角制御フィルムが必要であった[1]。視野角制御フィルムは図1に示すように、表面がルーバー構造となっており、光の進行方向を正面のみに制御し、視野角範囲外の光を遮断することで覗き込み防止が可能である。加えて、視野角範囲外からの入射光も抑制できる為、正面では画面の視認性を向上させることができる。従来の視野角制御フィルムは、作製したルーバー構造の溝に黒色の光吸収帯を充填することで、光透過部分と光吸収部分が交互に配置された構造となる[2]。

本研究では、光インプリントによりルーバー構造を作製し、その溝にカラーインクを充填することで正面ではディスプレイが見えて、斜めから見ると色味のある視野角制御フィルムを作製する。

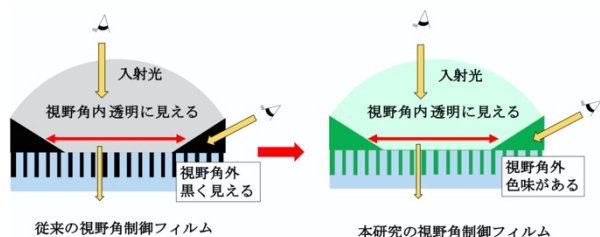


図1 提案する色味のある視野角制御フィルム

2. モールド設計と実験方法

本研究で扱う視野角制御フィルムの構造を図2に示す。インク充填部分の幅を $6\mu\text{m}$ 、光透過部分の幅を $44\mu\text{m}$ 、インク充填部分の厚さを $60\mu\text{m}$ とした。これにより、入射角 0° のときには光透過部分の面積占有率が 88% となる。入射角を大きくするにしたがって、インク充填部分を通る光の割合が増えていき、入射角が約 36° のとき光ビームが少なくとも一度はインク充填部分を通ることになる。各インクの光吸収係数とインク充填部分を通過した厚みに応じて透過率が減衰し、さらに入射角を大きくすると 0 に近い透過率となる。

図3は本視野角制御フィルムの作製方法である。インプリント法とインク充填技術により、設計したルーバー構造を形成する。モールドは4インチ Si ウエハを用いて、フォトリソグラフィと異方性ドライエッチングにより作製する。UV 硬化樹脂 (PAK-02, 東洋合成工業株式会社) を用いた光インプリントによりルーバー構造の溝を形成する。次に、青、緑、黄、赤のカラーインクを充填する。最後に、各カラーインクを UV 照射により硬化し視野角制御フィルムが実現できる。

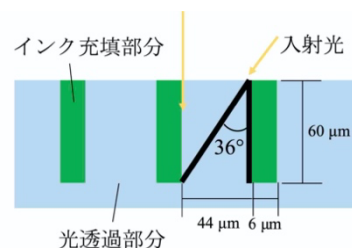


図2 視野角制御フィルム設計

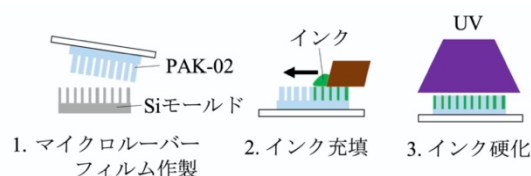


図3 視野角制御フィルム作製方法

3. 実験結果

使用した Si モールドを図4に示す。Si モールドのルーバー構造に対応する構造は高さ $58\mu\text{m}$ 、幅 $6.1\mu\text{m}$ 、ピッチ $50\mu\text{m}$ であった。作製した視野角制御フィルムを図5に示す。幅が約 $8\mu\text{m}$ 、高さが約 $50\mu\text{m}$ の視野角制御フィルムを作製することができた。

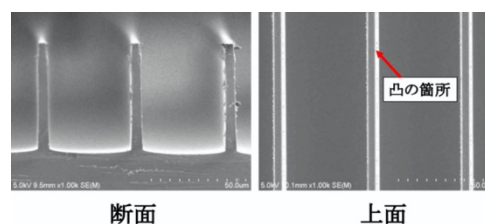


図4 使用したSiモールド

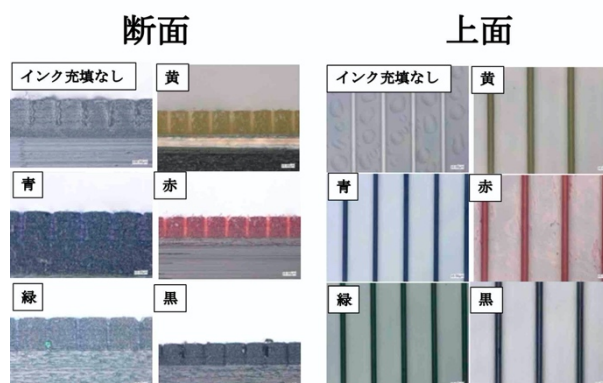


図5 作製した視野角制御フィルムの光学顕微鏡像

図6は作製した視野角制御フィルムである。正面及び斜め方向から観察したところ、正面から見るとディスプレイの画像を視認でき、斜めから見ると画像の視認性が低下した。各カラーインクを充填したサンプルについて、入射光の入射角を0度から70度まで変化させたときの可視光域での透過率スペクトルの測定値を図7に示す。測定には分光光度計（SolidSpec-3700, 株式会社島津製作所）を用いた。比較として用意したインク充填前のサンプルと黒色インクを充填したサンプルでは、可視光域では比較的フラットなスペクトルが得られ、入射角が大きくなるにしたがって透過率は一様に減少し、入射角70°で透過率は0.1%以下となった。一方、青、緑、黄、赤のカラーインクを充填したサンプルでは、スペクトルの形状はフラットではなく、入射角に対応する透過率の減少も各波長で一様でなかった。入射角70°のとき、青サンプルでは487 nm 帯に、緑サンプルでは514 nm 帯に、黄サンプルでは535 nm 以上で、赤サンプルでは599 nm 以上で透過率が0.1%以下とならない波長帯が見られた。図8に波長450、550、650 nm における入射角に対する透過率変化を示す。波長450 nm では、青サンプルがどの入射角においても透過率が他の色のサンプルよりも高く、入射角70°においても3.1%の透過率を示した。波長550 nm では緑サンプルが、波長650 nm では黄サンプルと赤サンプルが同様の

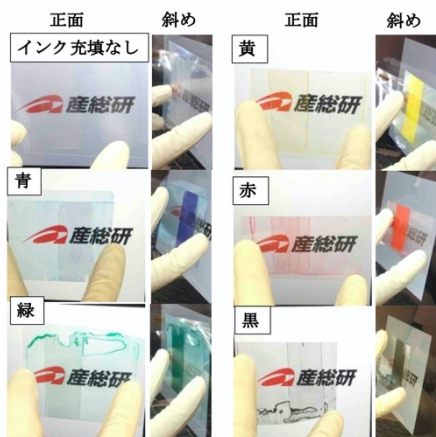


図6 作製した視野角制御フィルム

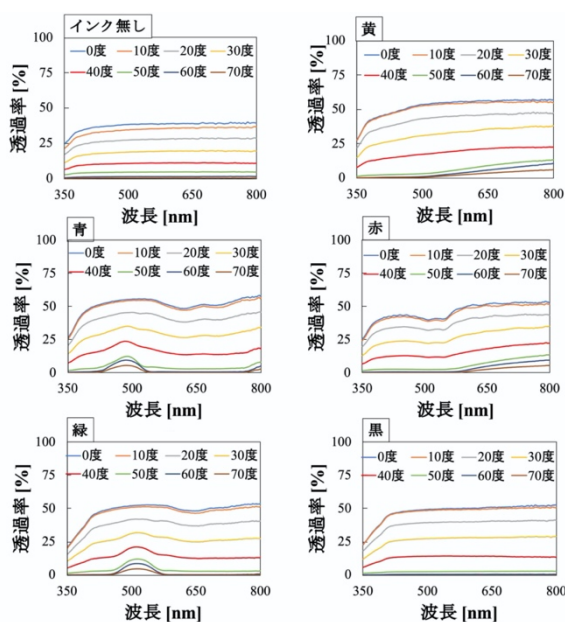


図7 入射角をパラメータとした透過率スペクトル

傾向を示した。図7、図8から、カラーインク充填サンプルにおいて、対応する色の波長帯の吸収係数がその他の波長帯の吸収係数よりも小さいため、入射角を70°にしてもその対応する波長帯において光透過が生じたものと考えられる。実際のサンプルの見た目を評価するため、分光測色計（CM-36dGV, コニカミノルタ株式会社）による測定を行った。反射測定時の光学系は8°方向受光の正反射光を含むSCI条件である。測定した $L^*a^*b^*$ のパラメータを表1に示す。黒色サンプルの a^* 、 b^* はそれぞれ-0.13、-0.30と0に近い値であったが、赤サンプルでは a^* 、 b^* がそれぞれ13.02、7.45であり、また他の色のサンプルにおいても値は小さいものの黒色サンプルと異なる結果が得られた。

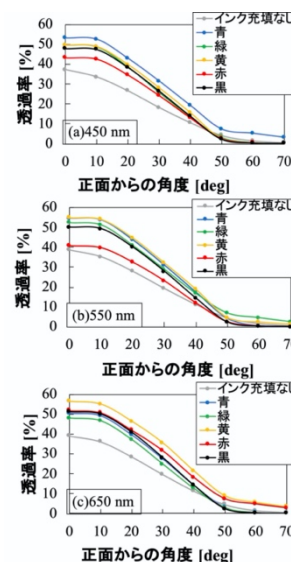


図8 波長(a)450 nm、(b)550 nm、(c)650 nm における入射角に対する透過率変化

表1 $L^*a^*b^*$ 色空間における明度及び色度

インク	L^*	a^*	b^*
青	37.61	-0.64	-5.85
緑	37.61	-5.95	-1.20
黄	45.85	-0.20	10.11
赤	38.69	13.02	7.45
黒	36.68	-0.13	-0.30

4. まとめ

ナノインプリント技術とインク充填技術を応用し、カラーインクでマイクロルーバー構造を形成することで、正面から見ると透明性があり、斜めから見ると色味のある視野角制御フィルムを実現した。正面からの光は40%以上が透過し、斜め70度からの光は各フィルムに充填したカラーインクの色に対応する波長帯以外では透過率が0.1%以下であった。今後はカラーインクの吸収スペクトルを考慮して、視野角制御フィルムとしての性能向上に向けて材料と構造の適正化を進めていく。

参考文献

- [1] 山本 裕紹., レーザー研究, 40 巻 (2012) 1 号, pp. 39-45.
- [2] 桂 有希. ルーバーフィルムの製造方法、液晶パネル、表示機器、及び、携帯端末. 特開 2012-132985. 2012-07-12.