

蓄光材を用いた表示デバイスに関する研究

生産システム課 早苗徳光 製品科学課 金丸亮二*1 中央研究所 岩坪聡

1. 緒言

近年、停電時における非常口や通路表示の重要性が認識されるとともに、節電・省エネの観点からも、消灯後に燐光を放射して光り続ける蓄光性表示デバイスが注目されている。当該デバイスは、主に蓄光材をマトリクスとなる樹脂中に分散させたもので、その性能、とりわけ輝度と残光時間を向上させるには、蓄光材の配合量を増やす必要がある。しかしながら一方で、蓄光材は非常に高価であることから使用量は減らしたいという矛盾を抱えている。

そこで、マトリクス樹脂側からのアプローチとして屈折率を蓄光材に近づけ、蓄光材-マトリクス樹脂複合材の光透過性を向上させることにより輝度向上を図れないかと考えた。本研究では、マトリクス樹脂の屈折率と複合材の輝度の関係について検討した。

2. 実験方法

2.1 使用材料および試料作成条件

蓄光材は、市販の青色発光のもの(ピーク波長:490nm、主成分: $\text{Sr}_4\text{Al}_4\text{O}_{25}:\text{Eu},\text{Dy}$)を用いた。

マトリクス樹脂は、エン化合物(モノマーA)とチオール化合物(モノマーB)を反応させて得られる含硫黄系架橋ポリマーとした。モノマーAには、試薬のテトラビニルスズ(VT)、テトラビニルシラン(VS)、テトラアリルシラン(AS)を、モノマーBには、試薬のエタンジチオール(E)、ペンタンジチオール(P)をそのまま用いた。

複合材試料は、モノマーAとBを混合して得られるブレポリマー中へ蓄光材を配合し、室温下でゲル化させた後、24時間加熱キュアして作成した。モノマーAとBの配合比は1:2(mol)、蓄光材の配合量は試料表面の面積 1cm^2 あたり0.3gとした。室温下でのゲル化が遅い場合は、UVランプにより紫外線(365nm)を照射しゲル化を促進させた。加熱キュア温度は、モノマーAにVTを使用した場合は 40°C 、それ以外は 100°C とした。試料形状は、直径約16mm×厚さ3mmの円板形状とした。(以下、試料名をモノマーAとBの組み合わせ、例えばVT-Eなどのように表記する。)

また、前報¹⁾の方法に従い、マトリクス樹脂にポリメタクリル酸テトラフルオロエチル(PFMA)、ポリメタクリル酸メチル(PMMA)、ポリスチレン(PS)を使用した試料も作成し、比較検討した。

2.2 試験および測定方法

図1のように、試料を標準光源 D_{65} により約1000luxの照度で30分間照射し、消灯後の輝度を測定した。輝度測定にはポータブル輝度計を用いた。

試料の光透過性は、積分球付分光光度計により490nmにおける全光透過率を測定し評価した。

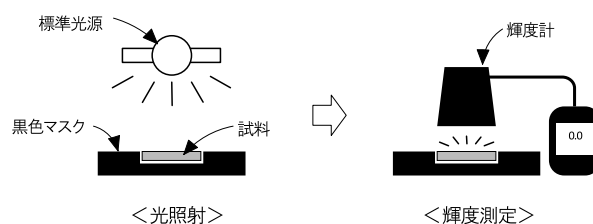


図1 輝度測定方法模式図

3. 実験結果および考察

図2に、消灯後2、5、10分経過時の各試料の輝度を示す。横軸の試料は、左からマトリクス樹脂の屈折率の低い順としてある。(屈折率はそれぞれ、PFMA:1.42、PMMA:1.49、AS-P:1.57、PS:1.59、AS-E:1.61、VS-E:1.656、VT-E: > 1.656^{2),3)}である。) 図より、屈折率が高い方が輝度は大きい傾向は見られるものの、AS-P以上ではほぼ一定であり、屈折率による影響は非常に少ない結果となった。

しかし、輝度計測時の試料を観察すると、光が直接照射されていない裏面側において、試料間で明らかに輝度に差があることがわかった。そこで、試料裏面側の輝度計測を行った。その結果を図3に示す。図より、屈折率が高い程、輝度が大きい傾向が顕著となった。各試料の透過率を測定したところ、PFMA:2.7%、PMMA:4.1%、

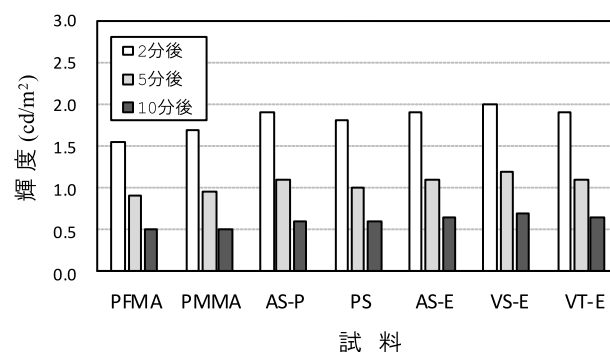


図2 消灯後の各試料の輝度

*1 現 生産システム課

AS-P:10.5%、PS:11.8%、AS-E:12.4%、VS-E:13.8%、VT-E:16.2%であった。屈折率と透過率との間に相関が認められること、および蓄光材の屈折率が1.7程度と推定される¹⁾ことから、マトリクス樹脂の屈折率が高くなるに連れ光透過性が向上し、照射光が試料の深部にまで届くとともに、発生した燐光が試料全面に透過・放射するようになるため、裏面側での輝度に大きな差が生じたと考えられる。

この結果より、裏面側へ放射される燐光を光照射面側へ反射させてやれば、その分だけ光照射面側の輝度が増すのではないかと考えた。そこで、反射層を想定し、試料裏側にアルミ箔を置いた状態で輝度測定を行った。その結果を図4に示す。アルミ箔を置いていない図2の値と比較してみると、屈折率が高いVS-EやVT-Eでは25%前後輝度が向上し、反射層による効果を確認できた。

ただし、これら試料の発光状況を暗室中で目視により観察したところ、PFMAやPMMAはやや暗く見えるなど、ある程度の差は確認できるものの、あまり明瞭には感じられなかった。暗中で目の慣れなども影響すると思われる、製品化時には目視評価も重要と考えられる。

4. 結言

マトリクス樹脂—蓄光材間の屈折率差を小さくして複合材の光透過性を高めると同時に、発生する燐光を光照射面側に集めて放射させることにより、蓄光材の配合量を変えずに輝度向上を図ることが可能であるとわかった。なお、今回マトリクス樹脂に用いた含硫黄系ポリマーは、モノマーの選択により透明で高屈折率のものが得られるが特殊かつ高価である。実際の製品化にあたっては、安価な高透明・高屈折率樹脂を検討、開発する必要がある。今後の課題としたい。

キーワード：蓄光材、マトリクス樹脂、透過率、輝度、屈折率

Study on the Sign-Device Using Phosphorescent Pigments

Norimitsu SANAE, Ryoji KANAMARU and Satoshi IWATUBO

Effects of the refractive index of polymer on afterglow brightness of polymer matrix composites mixed phosphorescent pigments were investigated. As results, the light transmittance of composite increased and the afterglow brightness (including the reflected light from the back surface side of disc-shaped sample) was improved with reducing the difference between the refractive index of polymer and phosphorescent pigments. These results showed that it was possible to improve afterglow brightness of phosphorescent composites by controlling the refractive index of polymer without increasing the additive amount of phosphorescent pigments.

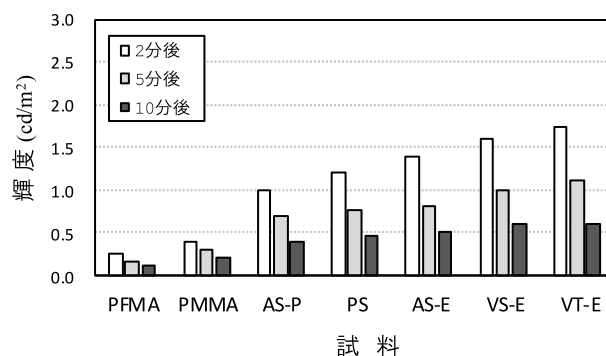


図3 各試料裏面側の輝度

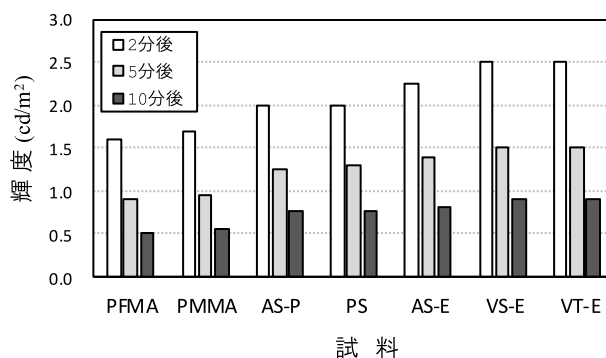


図4 裏面反射層設置時の各試料の輝度

参考文献

- 1) 早苗 他, 富山県工業技術センター研究報告, 27 (2013) 77
- 2) 光学用透明樹脂における材料設計と応用技術, 技術情報協会
- 3) Sharad D. Bhagat. *et al.* Macromolecules, 45 (2012) 1174–1181