

製品の真贋判定や情報の秘匿を可能にする機能性材料

藤川 真樹 工学院大学情報学部コンピュータ科学科 准教授

キーワード: ガラス蛍光体, マルチモーダル人工物メトリクス, 真正性の検証, 情報の秘匿、耐クローン性

概要

単一の励起波長によって複数の発光ピーク波長を示す、毒性がなく着色の少ない**透明なガラス蛍光体**を開発した(図1参照)。当該蛍光体は、可視光帯域において2つの発光ピーク波長(赤色, 緑色)を、近赤外線帯域において1つの発光ピーク波長(1500nm近辺)を示す(図2参照)とともに、アップコンバージョン現象とダウンコンバージョン現象を1つの励起光で実現する。

当該蛍光体は励起光を受光すると発光するが、**照射される場所によって発光色と発光強度が異なる**(図3参照)。例として、点Aでは発光強度の低い赤色が、点Bでは発光強度の高い緑色が観測されるものとする。点Cでは発光強度が中程度の黄色が観測される場合、そこでは発光強度が同程度の赤色と緑色の2色が発光していることを意味する。

近赤外線帯域では、発光強度の違いが観測される(図4参照)。例として、赤色が観測されていた点Aでは発光強度の低い近赤外線が、緑色が観測されていた点Bでは発光強度の高い近赤外線が観測されるものとする。点Cでは、発光強度が中程度の近赤外線が観測されている。

当該蛍光体の材料として、 Yb_2O_3 と Er_2O_3 を用いる。 Yb_2O_3 は励起光(980nmの近赤外線)を吸収しながら、これを励起エネルギーとしてErイオンに伝達する。一方、Erイオンは可視光帯域において赤色と緑色の発光を示すと同時に、近赤外線帯域(1500nm近辺)で発光を示す。

図3と図4で示した発光の違いは、**2つのイオンの「数の比率」と「イオン間の距離」**が、励起光が照射される場所ごとに異なることで生じる。これは、ガラス蛍光体の材料(母体ガラスと希土類酸化物)を炉内で溶融している間、上記の2つが自然偶発的に不均一になる場所が蛍光体中に発生するためである。

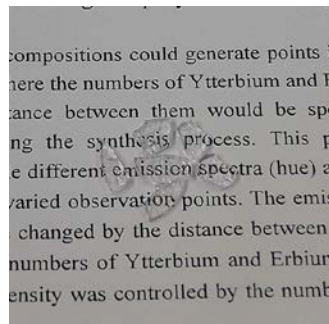


図1 ガラス蛍光体

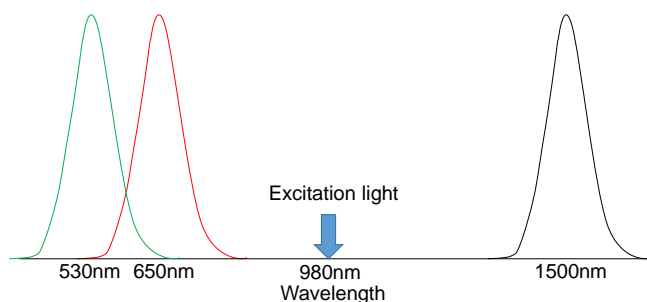


図2 励起波長と発光ピーク波長

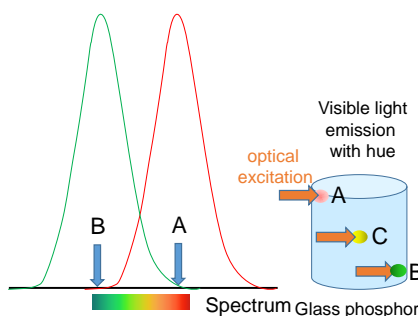


図3 発光ピーク波長と発光イメージ(可視光帯域)

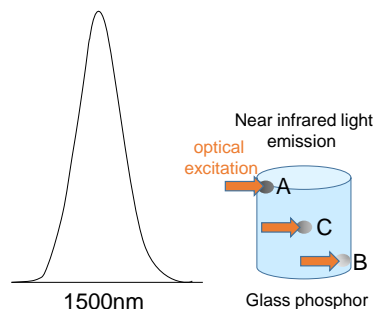


図4 発光ピーク波長と発光イメージ(近赤外線帯域)

(1) 真贋の判定, クローン製造の困難化

人工物(セラミックス製品やガラス製品など)の製造過程においてガラス蛍光体の粉末を人工物に溶着させることで、**ユニークな特徴情報**を人工物から抽出することができる。たとえば、製品の表面に励起光を照射すると、**図5**に示すような画像が得られる。これを製品の出荷前に**図6**に示すシステムに登録しておくことで、人工物の真贋を判定できる。

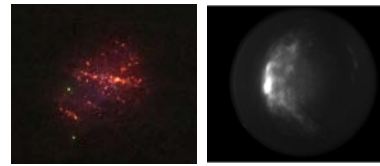


図5 可視光画像(左)と近赤外線画像(右)

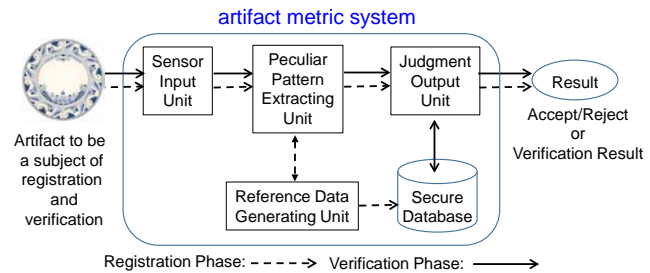


図6 人工物メトリック・システム

特徴情報のクローンを製造することは**非常に困難**であるため、ガラス蛍光体が外部に流出したとしても真正品と全く同じクローンが市場に流通することはない。

(2) 情報の秘匿

ガラス蛍光体の特徴(透明であること、励起光により発光すること)を生かし、**肉眼では不可視**であるが、励起光を照射することで**2次元コードが浮かび上がる**(=文字情報が抽出できる)というセラミックス製品を製造することができる(**図7**, **図8**参照)。



図7 2次元コードが焼き付けられた皿(左)とそうでない皿(右)

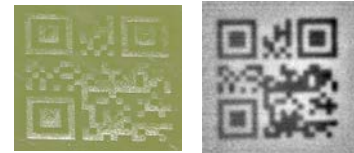


図8 転写紙上の2次元コード(左)と抽出された同コード(右)

製品が持つ意匠(色合いや図柄など)に影響を与えることなく文字情報を焼き付けることができるため、製品に関する情報(作家名、作品名、用途など)を記録できる。また、公開情報と秘密情報を格納できる2次元コードを用いることで、閲覧者の権限に応じて**情報の公開・非公開を制御**できる(**図9**参照)。

アピール ポイント

- 透明無害, セラミックス製品の意匠を損なわない
- 窯業技術のコラボレーションにより実証実験済み(経済産業省・中部経済産業局・戦略的基盤技術高度化支援事業)
- マルチモーダル人工物メトリックスの実現可能性を技術的に証明

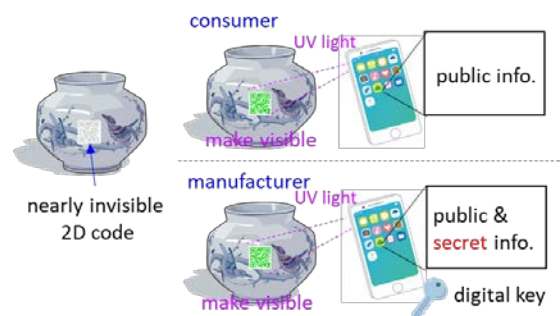


図9 権限に応じた公開情報と秘密情報の表示

関連情報

- 関連論文 = 藤川真樹, 他: 公開/秘密情報を格納したnearly invisibleな2次元コードをセラミックス製品に焼き付ける方法の提案とその評価, 産業応用工学会論文誌
藤川真樹, 他: 有価陶磁器製品に不可視な2次元コードを焼き付ける方法の提案とその評価, 情報処理学会論文誌
- 関連 URL = <http://www.ns.kogakuin.ac.jp/~jt13557/> ※セキュリティ科学研究室
- ガラス蛍光体の開発は, 青山学院大学・淵真悟教授との共同研究の成果である。