

屋外使用により劣化したELランプの解析

菅原 智明, 山田 俊一*, 下野 功

Analysis of EL Lamps Deteriorated by Use in the Outdoors

Tomoaki Sugawara, Shunichi Yamada* and Isao Shimono

要 旨

LCDなどのバックライトに広く用いられているELは、その用途開発として道路標識や看板など屋外表示板への応用が試みられてきた。これまでに屋外使用によってELの表面が黒く変色し、輝度が低下するケースが報告されており、屋外使用の際の課題とされている。しかしながら、その解析事例はほとんどなく、劣化のメカニズムについても不明な点が多い。また、ELの特性に及ぼす屋外使用の影響を調べることは、劣化防止のためにも大変重要と考えられる。本研究では、ELを構成する蛍光体、有機分散媒体、透明電極膜に着目し、分析を行った。その結果、黒色化したELの蛍光体、有機分散媒体および透明電極膜のいずれの部材にも劣化が認められた。また、黒色化は透明電極膜、およびその透明電極膜と蛍光体、有機分散媒体との界面で生じていることを突きとめた。

ELはエレクトロルミネッセンス（電場発光）を利用した光源で、唯一の面光源として知られている。現在は、時計文字盤、液晶表示板（LCD）などのバック照明板として広く用いられている。またその用途開発として道路標識や看板など屋外表示板への応用が試みられてきた。これまでに屋外使用により、ELの表面が黒く変色し、輝度が低下するケースが報告されており、屋外使用の際の課題となっている。現場では紫外線カットフィルムをEL表面にコーティングするなど、劣化防止対策を行っている。一方、劣化したELの実際の解析事例はほとんどなく、劣化のメカニズムについても不明な点が多い。また、ELの特性に及ぼす屋外使用の影響を調べることは、劣化防止のためにも大変重要と考えられる。この立場から我々は、屋外使用によるELの劣化について基礎的検討を行っている。本研究では、ELを構成する蛍光体、有機分散媒体、透明電極膜に注目し、屋外使用により黒色化したELの分析・検討を行った。

図1にELの断面構造の概略図を示す。Al背面電極に誘電体層、発光層を塗布し、その上にITO透明電極膜付のPETフィルムを融着させた構造を成している。透明電極膜と背面電極にサンドイッチされた発光層に交流電圧を印加すると、発光層に分散している蛍光体が発光する。

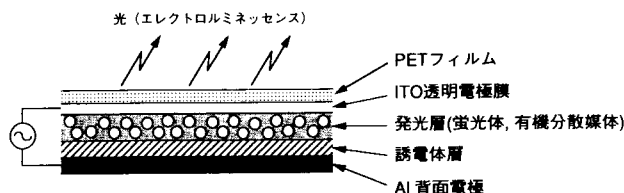


図1 ELの断面構造の概略図

実際の屋外看板の使用条件に近付けるために、ELの発光面をアクリル板で覆い、このアクリル板に不透明シートを貼り、ELの文字を浮かび上がらせるタイプの看板でテストを行った。テスト

* (株) エリックス

期間は約1年間とし、ELの電源には100V, 400Hzを用いた。光による劣化の違いを見るため、同一EL内に太陽光が入射する部分と遮光される部分とができるようにした。ELには非点灯時の色が白いものを使用した。

写真1に屋外使用後のEL発光部表面の顕微鏡写真を示す。写真1(a)の黒色化した部分は、不透明シートが貼っていない部分、つまり外光入射部と一致する。写真1(b), (c)はPETフィルムを剥がした後の観察結果である。黒色(変色)部は白色部に比べ、表面に凹凸があり、荒れていることがわかる。剥がされたPETフィルム自身は黒色化していないことから、黒色化の原因は、PETフィルムではないと考えられる。

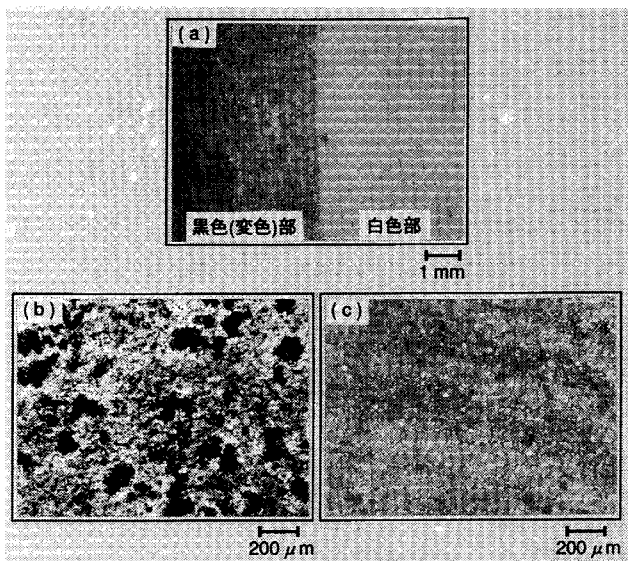


写真1 屋外使用後のELの顕微鏡観察結果
(a)外観, (b)PETフィルムを剥がした後の黒色(変色)部, (c)PETフィルムを剥がした後の白色部

写真2に発光層表面の走査型電子顕微鏡(SEM)観察結果を示す。白く粒状に見えるのは蛍光体であり、有機分散媒体中に蛍光体が分散している様子が観察される。蛍光体にはZnS粒子、有機分散媒体としてはシアノエチル系樹脂が用いられている。SEM観察からは、特に際立った表面の違いを見出すことはできなかった。

これまでに、黒色化については水分の影響が大きく、吸湿状態で発光させることで、一種の光化学反応等によって蛍光体のZnが還元析出したり、有機分散媒体が透明電極付近で炭化するとされて

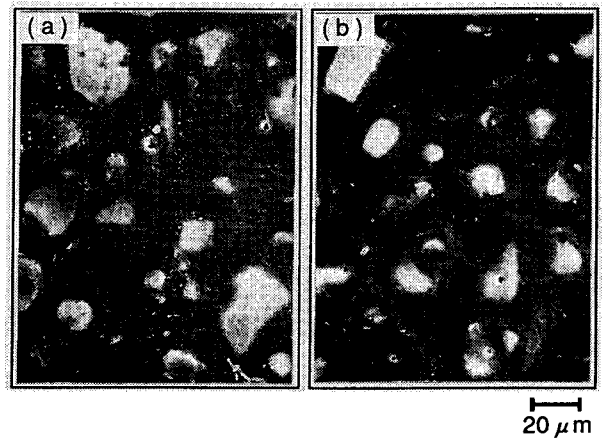


写真2 発光層表面のSEM観察結果
(a)黒色(変色)部, (b)白色部

いる¹⁾。また、ESRスペクトル測定を行って、劣化とZnSのS空孔との関係について調べ、湿気中での黒色化をとまなう劣化の場合は、S空孔が増加すると報告した例もある²⁾。

そこで最初に蛍光体のEDS分析(オックスフォード・インストルメンツ(株)製 Link ISIS EDS システム)により組成分析を行った。加速電圧は20kV, 計測時間は100sとした。図2にEDS分析結果を示す。黒色(変色)部と白色部とを

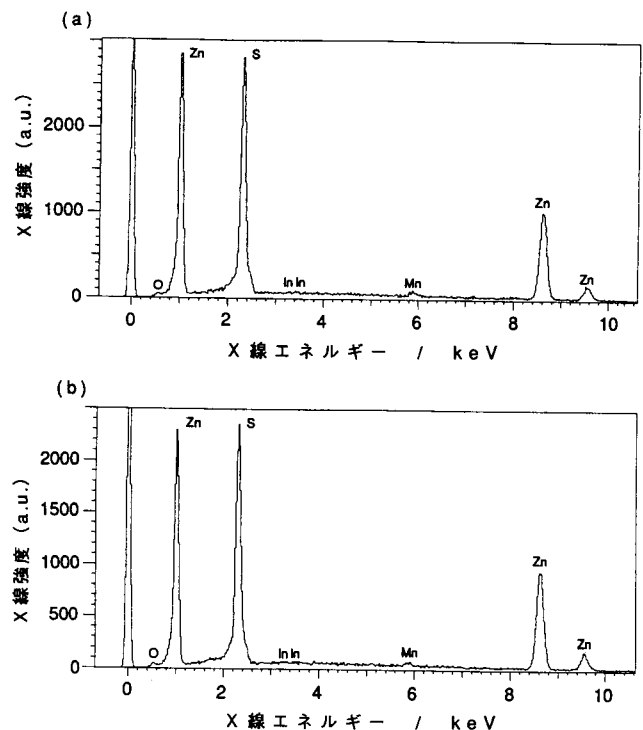


図2 蛍光体のEDS分析結果
(a)黒色(変色)部, (b)白色部

比較すると、検出元素の種類には違いがないものの、Zn, Sのピーク強度に若干の差が見られる。そこで蛍光体のZnとSに注目し、ドーピング元素(Mn)は計算から除外して、ZAF法(スタンダード)により定量計算を行った。表1に定量計算結果を示す。その結果、黒色(変色)部の蛍光体は

表1 EDS定量計算結果

元素	黒色(変色)部		白色部	
	Zn	S	Zn	S
濃度(at%)	52.46	47.54	50.07	49.93
	54.93	45.07	50.32	49.68
	53.45	46.55	49.83	50.17
平均	53.61	46.39	50.07	49.93

Sが減少していることがわかった。ZnS中のS濃度の減少によりS空孔が生成し、蛍光体の特性劣化が生じていると考えられる。

次に有機分散媒体が炭化しているかを調べるために、有機分散媒体のオージェ電子分光(AES)分析(日本電子(株)製 JAMP-7100E)を行った。加速電圧は3kV、照射電流密度は 10^{-4} A/cm²以下とし、電子線による試料のダメージを最小限にするようにした。図3にAES分析結果を示す。白色部にはシアノエチル系樹脂に起因するNおよびOのピークが存在するが、黒色(変色)部には認められないことから、有機分散媒体が劣化し、炭化したと考えられる。この原因としては、水分により誘電正接が増加し、誘電損の増加にともない熱が発生するため、有機分散媒体が炭化することが考えられる。

透明電極膜についても劣化しているかを調べるためにAES分析を行った。図4にAES分析結果を示す。屋外使用後のInのスペクトル(a)には、屋外使用前のスペクトル(b)にないピークが見られ、ピーク全体として高エネルギー側にシフトしている。このピーク形状はIn₂O₃(c)と金属In(d)との中間状態を示している。この原因として、黒色で高抵抗であるInOの生成が考えられる。

黒色化が生じている部分を特定するため、黒色化した表面をArイオンでスパッタエッチしながらAES分析を行い、黒色部の色の変化を観察した。その結果、AESスペクトルでInのピークが消

失するにともない、黒色から白色に変化することがわかった。したがって、黒色化は透明電極膜、およびその透明電極膜と蛍光体、有機分散媒体との界面で生じていると推測される。

本研究の分析結果から、屋外使用後のELには蛍光体、有機分散媒体、透明電極膜のいずれにも劣化が認められた。黒色化については、In₂O₃がInOに変化したためと考えられ、さらに透明電極膜の高抵抗化、水分による有機分散媒体の誘電正接の増加によって発熱するために、有機分散媒体の炭化や蛍光体の劣化が促進したと推察される。今後さらに詳細な分析を行い、屋外使用における劣化防止対策の検討を行う所存である。

謝 辞

本研究の実施にあたり御助言頂いた(株)エリックス 代表取締役 黒川仁士氏に深く感謝の意を表す。

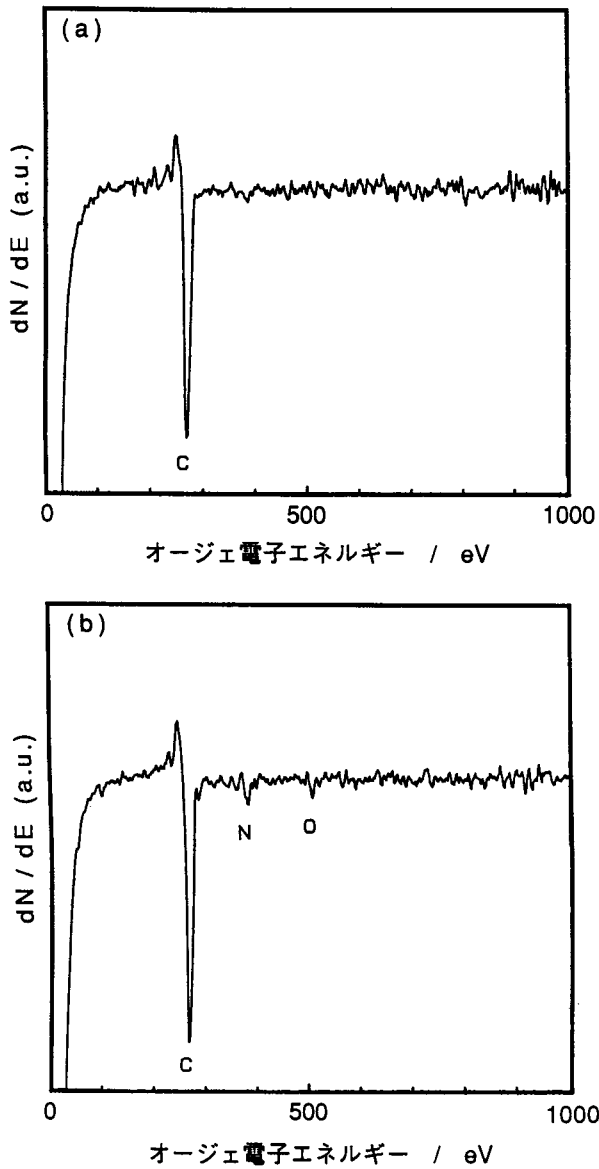


図3 有機分散媒体のAES分析結果
(a) 黒色(変色)部, (b) 白色部

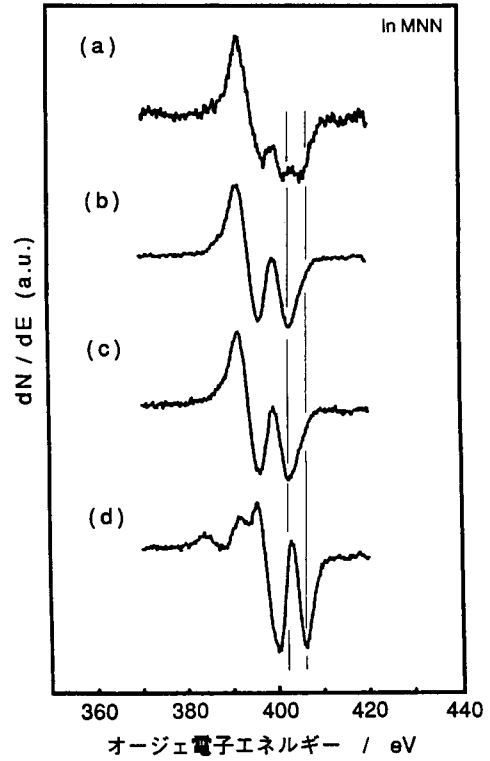


図4 透明電極膜のAES分析結果
(a) 屋外使用後, (b) 屋外使用前, (c) In_2O_3 ,
(d) In

参考文献

- 1) 黒川仁士: LCDバックライトとしてのEL, 月刊ディスプレイ, 5月号 (1996), P46~50
- 2) 平林克彦, 小沢口治樹, 辻山文治郎: 分散形ELの劣化とS空孔との関係, 信学技報, 82, 68 (1992), P29~36 (CPM82-12)