

MgO 薄膜の添加元素の局所構造解析 Local structural analysis of dopants in MgO thin film

森田 幸弘^{a,b}, 辻田 卓司^{a,b}, 寺内 正治^{a,b}, 西谷 幹彦^{a,b}
Yukihiro Morita^{a,b}, Takuji Tsujita^{a,b}, Masaharu Terauchi^{a,b}, Mikihiko Nishitani^{a,b}

^a パナソニック株式会社, ^b 大阪大学

^aPanasonic Corp., ^bOsaka University

プラズマディスプレイ (PDP) の高性能化のためのキー材料である保護膜の局所構造解析を XAFS 測定によって行った。石英基板上にスパッタ製膜で形成した MgO:Sn 及び MgO:La 薄膜 (1 μm) に対して、La 及び Sn の K 端の吸収スペクトルの測定を行った結果、La、Sn 共に Mg と置換しており、NaCl 構造を維持していることが分かった。また、La 及び Sn と最近接酸素との距離は、それぞれ、2.31 \AA 、2.05 \AA であり、La-O は Mg-O よりも 0.21 \AA 長くなり、Sn-O は 0.05 \AA 短くなることが分かった。

キーワード： プラズマディスプレイ、保護膜、局所構造、XAFS

背景と研究目的：

プラズマディスプレイ (PDP) の課題は低消費電力化と低コスト化である。PDP は放電を用いた自発光デバイスであり、書き込みや発光等ほぼすべての動作を放電によって行っている。従って、上記課題を解決するためには高精度な放電制御が必須となる。PDP における放電は、保護膜 (MgO) が電極の役割を担っており、保護膜からの電子放出特性によって放電特性が決まっている。放電特性を制御するためには保護膜の電子放出特性を制御しなければならず、保護膜の電子放出特性を制御するためには、保護膜の電子状態を制御しなければならない。従って、保護膜の分析技術、特に、電子状態、そしてそれを決定する原子配列に関する解析は非常に重要である。

保護膜の電子状態を制御するための手段として、MgO に添加元素を加えるアプローチがある。添加元素によって保護膜の電子状態を制御し、電子放出特性を変えようとする試みである。添加元素のサイトを仮定して第一原理計算を行うことで、保護膜の電子状態を予測して電子放出特性の制御を検討しているが、添加元素まわりの局所構造が明らかではないため、保護膜の材料設計の指針が無い状態である。

そこで、本課題では保護膜である MgO に添加する元素種やその量によって、添加元素まわりの局所構造がどのように変化するかを XAFS 測定によって明らかにすることを目的とする。

実験：

実験は SPring-8 BL14B2 で行った。測定吸収端は、La-K 及び Sn-K とし、蛍光法により各吸収端における XAFS スペクトルを取得した。蛍光 X 線計測用には 19 素子 Ge 半導体検出器を用いた。用いたサンプルは以下の通りである。

1. MgO:La (1 μm) / 石英基板
2. MgO:Sn (1 μm) / 石英基板

尚、La-K 端の XAFS スペクトルは、2011B 期に成果専有実験で測定したものである。

結果および考察：

得られた La-K 吸収端及び Sn-K 吸収端の XAFS スペクトルの EXAFS 振動から導出された動径分布関数を図 1 及び図 2 に示す。

数%程度の添加量では、La、Sn 共に 1.6 \AA 付近の最近接に起因したピークと 2.5 \AA 付近に第二近接に起因したピークが明瞭に現れている。しかしながら、添加量の増加と共に第二近接のピーク高さが小さくなり、20%以上の添加ではかなり小さくなっている。また、La の場合は、添加量の増加に対し最近接に起因したピーク高さも減少することが分かった。

数%の添加量のサンプルの測定結果に対して、FEFF を用いた解析を行った結果、MgO の Mg サイトを La または Sn が置換した構造を保っていることが分かった。La の場合は最近接原子との距離(La-O)は 2.31 Å と MgO の最近接 Mg-O 原子間距離 2.10 Å に比べて 0.21 Å 大きくなり、第二近接との距離(La-Mg)は 3.12 Å と第二近接 Mg-Mg 原子間距離 2.97 Å に比べて 0.15 Å 大きくなる結果が得られた。一方、Sn の場合は、最近接原子との距離(Sn-O)は 2.05 Å と MgO の最近接原子間距離より短くなり、第二近接原子との距離は 3.08 Å と MgO の第二近接原子間距離より 0.11 Å 長くなる結果であった。

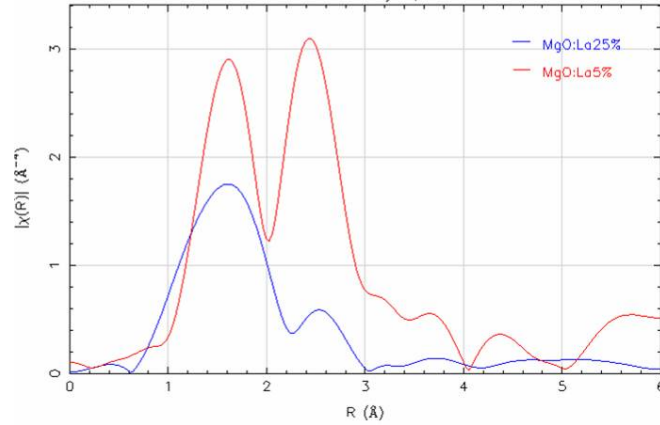


図1 MgO:La の La-K 端に関する動径分布関数

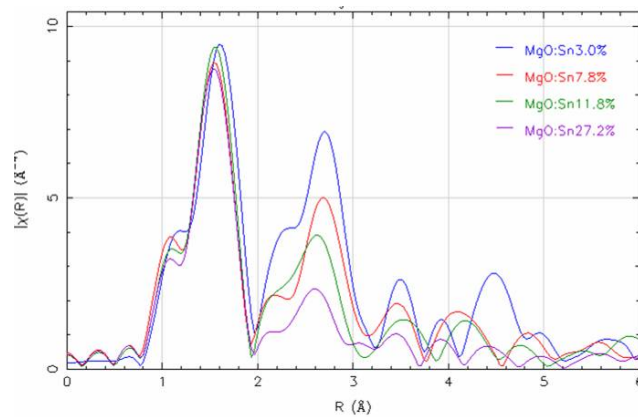


図2 MgO:Sn の Sn-K 端に関する動径分布関数

今後の課題：

今回の測定で、MgO に La, Sn を添加すると少ない添加量では MgO 構造を保っており、Mg サイトに添加元素が入っている可能性を示すことができた。今後は、PDP のパネル化工程におけるアニールプロセスによって、添加元素の局所構造がどのように変化するかを調べる予定である。