

Title	プラズマディスプレイパネル用保護膜における電子放出および帯電現象に関する研究
Author(s)	吉野, 恭平
Citation	大阪大学, 2011, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/58378">https://hdl.handle.net/11094/58378</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	吉野 恭平
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 24534 号
学位授与年月日	平成 23 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科生命先端工学専攻
学位論文名	プラズマディスプレイパネル用保護膜における電子放出および帯電現象に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 高井 義造 (副査) 教授 渡部 平司 教授 兼松 泰男 教授 金谷 茂則 教授 福住 俊一 教授 宮田 幹二 教授 菊地 和也 教授 伊東 忍 教授 伊東 一良

## 論文内容の要旨

本論文は、プラズマディスプレイパネル (PDP) の更なる高精細化のために、PDP用保護膜からの電子放出及び壁電荷蓄積による帯電現象について調べることを目的とした研究をまとめたものである。独自に試作した2電極対向放電型の2インチテストパネルを用いて放電特性の測定を行い、蓄積された壁電荷とPDP用保護膜からの電子放出特性との関係を調べた。さらに、PDP用保護膜へ準安定脱励起分光法 (MDS) 測定を応用した。以下に各章の総括を示した。

第1章では、今後のPDPの課題である高精細化における高画質化、低消費電力化が、PDP用保護膜からの電子放出特性の向上によって実現できることを述べ、その後本研究の目的を述べている。

第2章では、電子放出特性を評価するために独自に試作した2インチテストパネルについて述べ、さらに、保護膜表面の電子状態を調べるために用いたMDSの測定原理とその測定装置について述べている。

第3章では、PDP用保護膜であるMgO膜表面に蓄積される壁電荷がイオン誘起二次電子放出およびエキソ電子放出特性へ与える影響を、2インチテストパネルを用いて放電開始電圧 $V_f$ と放電統計遅れ時間 $t_d$ を測定することで調べた。その結果、一回の放電で蓄積される壁電荷量は少ないため、 $V_f$ 、すなわちイオン誘起二次電子収率 $\gamma$ は変化しないことが分かった。一方、 $t_d$ 、すなわちエキソ電子放出は一回の放電で蓄積される壁電荷の極性や量の影響を強く受け、陰極側のMgO表面が正に帯電した場合の方が負に帯電した場合よりもエキソ電子量が多いことが明らかとなった。これはPDP用保護膜からのエキソ電子放出に関するモデルに基づく考察より、トラップされた正孔の価電子帯への励起とトラップ準位への再トラップのレートが高く、その結果、電子と正孔が相互作用で

る体積内で遭遇する確率が増加するため、正に帯電するほどエキソ電子放出量が増加していると考えられることが分かった。

第4章では、放電統計遅れ時間 $t_d$ と放電形成遅れ時間 $t_f$ からなる放電遅れ時間を、陰極側のMgO保護膜表面上に正の壁電荷を蓄積することによって改善できるかを放電セル内に電界がかからず壁電荷のリークが生じない条件で調べた。その結果、陰極側のMgO表面から放出されて放電の種となるエキソ電子数が、陰極側のMgO表面に正の壁電荷を蓄積によって増加することで、アドレス放電の $t_d$ だけではなく $t_f$ も減少できることが明らかとなった。また、3電極面放電型の10インチテストパネルを用いた $t_d$ と $t_f$ の測定結果から、商用のPDPにおいても、陰極側のMgO表面上に正の壁電荷を蓄積することが $t_d$ と $t_f$ の改善に有効であることが明らかとなった。

第5章では、MgO膜に対するMDS測定の条件を検討し、照射He\*量を少なくし、さらにMDS測定前にkeVの電子を照射することが、MDS測定中に誘起される正帯電を除去するのに有効であることが分かった。また、MDSはMgO膜のイオン化ポテンシャル $E_{ip}$ 測定へ応用できることが明らかとなった。

第6章では、PDPの製造工程において不可避である大気中での加熱がMgO及びCaO膜の電子状態へ与える影響をMDSにより調べた。その結果、大気中加熱がMgO膜表面の電子状態へ与える影響は、その後の真空中加熱によっておおそ取り除けるが、一方CaO膜表面の電子状態は大気中加熱の影響を強く受け、その後の真空中加熱を行っても、特にCO<sub>2</sub>の吸着のために電子状態が回復しないことが明らかとなった。これが、 $V_f$ が低くPDP用保護膜として優れた特性を示すものの、実用レベルでは未だCaOが保護膜として採用されていない理由であると考えられる。また、MDSスペクトルから求めた $E_{ip}$ から想定される大気中加熱の有無による $\gamma$ 、すなわち $V_f$ の変化は、テスト基板を用いて得られた $V_f$ の測定結果を定性的に説明でき、高い $\gamma$ を持つPDP用保護膜を開発するための保護膜表面の電子状態の分析手法としてMDSが適していることが明らかとなった。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、プラズマディスプレイパネル (PDP) の更なる高精細化のために、PDP用保護膜からの電子放出及び壁電荷蓄積による帯電現象について調べることを目的とした研究をまとめたものである。独自に試作した2電極対向放電型の2インチテストパネルを用いて放電特性の測定を行い、蓄積された壁電荷とPDP用保護膜からの電子放出特性との関係を調べている。さらに、PDP用保護膜へ準安定脱励起分光法 (MDS) 測定を応用している。以下に各章の総括を示す。

第1章では、今後のPDPの課題である高精細化における高画質化、低消費電力化が、PDP用保護膜からの電子放出特性の向上によって実現できることを述べ、その後本研究の目的を述べている。

第2章では、電子放出特性を評価するために独自に試作した2インチテストパネルについて述べ、さらに、保護膜表面の電子状態を調べるために用いたMDSの測定原理とその測定装置について述べている。

第3章では、PDP用保護膜であるMgO膜表面に蓄積される壁電荷がイオン誘起二次電子放出およびエキソ電子放出特性へ与える影響を、2インチテストパネルを用いて放電開始電圧 $V_f$ と放電統計遅れ時間 $t_d$ を測定することで調べている。その結果、放電により蓄積される壁電荷量は少ないため、 $V_f$ 、すなわちイオン誘起二次電子収率 $\gamma$ は変化しないことを明らかにしている。一方、 $t_d$ 、すなわちエキソ電子放出は放電により蓄積される壁電荷の極性や量の影響を強く受け、陰極側のMgO表面が正に帯電した場合の方が負に帯電した場合よりもエキソ電子量が多いことを明らかにしている。これはPDP用保護膜からのエキソ電子放出に関するモデルに基づく考察より、トラップされた正孔の価電子帯への励起とトラップ準位への再トラップのレートが高く、その結果、電子と正孔が相互作用できる体積内で遭遇する確率が増加するため、正に帯電するほどエキソ電子放出量が増加していることを示している。

第4章では、放電統計遅れ時間 $t_d$ と放電形成遅れ時間 $t_f$ からなる放電遅れ時間を、陰極側のMgO保護膜表面上に正の壁電荷を蓄積することによって改善できるかを放電セル内に電界がかからず壁電荷のリークが生じない条件で調べている。その結果、陰極側のMgO表面から放出されて放電の種となるエキソ電子数が、陰極側のMgO表面に正の壁電荷を蓄積によって増加することで、アドレス放電の $t_d$ だけではなく $t_f$ も減少できることを明らかにしている。また、3電極面放電型の10インチテストパネルを用いた $t_d$ と $t_f$ の測定結果から、商用のPDPにおいても、陰極側のMgO表

面上に正の壁電荷を蓄積することが  $t_0$  と  $t_1$  の改善に有効であることも明らかにしている。

第5章では、MgO 膜に対する MDS 測定条件を検討し、照射 He\* 量を少なくし、さらに MDS 測定前に keV の電子を照射することが、MDS 測定中に誘起される正帯電を除去するのに有効であることを示している。また、MDS は MgO 膜のイオン化ポテンシャル  $E_p$  測定へ応用できることを明らかにしている。

第6章では、PDP の製造工程において不可避である大気中での加熱が MgO 及び CaO 膜の電子状態に与える影響を MDS により調べている。その結果、大気中加熱が MgO 膜表面の電子状態へ与える影響は、その後の真空中加熱によっておおそ取り除けるが、一方 CaO 膜表面の電子状態は大気中加熱の影響を強く受け、その後の真空中加熱を行っても、特に CO<sub>2</sub> の吸着のために電子状態が回復しないことを明らかにしている。これが、 $V_f$  が低く PDP 用保護膜として優れた特性を示すものの、実用レベルでは未だ CaO が保護膜として採用されていない理由であると考えられる。また、MDS スペクトルから求めた  $E_p$  から想定される大気中加熱の有無による  $\gamma$ 、すなわち  $V_f$  の変化は、テスト基板を用いて得られた  $V_f$  の測定結果を定性的に説明でき、高い  $\gamma$  を持つ PDP 用保護膜を開発するための保護膜最表面の電子状態の分析手法として MDS が適していることを明らかにしている。

以上のように、本論文は PDP 用保護膜からの電子放出と帯電現象に関して、独自に試作したテストパネルを用いることで詳細に調べ、PDP 用保護膜開発に対して様々な重要な知見を明らかにしている。また、MDS で  $E_p$  を求めることが PDP 用保護膜の  $\gamma$  について詳細な議論をするために有効であることを明らかにしている。これらの成果は応用物理学、特にプラズマ表示デバイスの更なる高性能化に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。