

平成 21 年 6 月 12 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2008

課題番号：19560303

研究課題名（和文） 液晶バックライトの発光効率向上と低電圧化の基礎研究

研究課題名（英文） Study on Improving Luminance Efficiency and Reducing Discharge Voltage in Liquid Crystal Display Back-Lighting Lamp

研究代表者

荒井 俊彦 (ARAI TOSHIHIKO)

神奈川工科大学・工学部・教授

研究者番号：60130796

研究成果の概要：

2007年度および2008年度を通して液晶バックライトに用いる冷陰極蛍光ランプの電極応用としてダイヤモンド基板上に MgO を成膜した複合電極の可能性を検討した。研究成果の概要を以下に列記する。

- (1) ダイヤモンド電極上に成膜する MgO 薄膜の堆積条件（スパッタリングガスの混合比、基板温度、MgO 膜厚）を変えて、製作した MgO 薄膜の二次電子放出係数を明らかにし、成膜の最適条件を確立した。
- (2) 複合電極の下地として用いるダイヤモンド電極の放電特性への電極表面粗さの影響を検討した結果、表面を粗くすることにより二次電子放出係数が大きくなることを見出した。
- (3) Ne/Xe 混合ガスプラズマからの Xe 原子の共鳴線 147nm の真空紫外発光強度は Xe ガスを 30%添加で最大となることがわかった。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	3,000,000	900,000	3,900,000
2008 年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・電力工学・電気機器工学

キーワード：光源技術、ディスプレイ、液晶バックライト、ネオンプラズマ、冷陰極、MgO 薄膜、放電開始電圧、二次電子放出係数

1. 研究開始当初の背景

プラズマディスプレイパネル(PDP)の放電時の低電圧動作や電極の保護膜に二次電子

放出率の高い MgO 膜が用いられている。一方、細管(2-5mm)冷陰極蛍光ランプ(CCFL)は液晶(LCD)のバックライト用光源として広

く用いられている。細管ランプのため管壁への電子損失が増し、このランプの消費電力が増加する。また液晶ディスプレイ画面の大型化により、バックライト光源の低消費電力化が望まれている。したがって、低電圧で駆動する電極材料が一つの重要なキーファクターである。

ダイヤモンドの電子放出特性に着目し、液晶バックライトの電極材料への応用を検討してきた。しかしダイヤモンド電極を用いて、長時間放電を行うとダイヤモンドの表面状態が変化し、放電特性の再現性が困難になる。したがってダイヤモンド表面が長時間放電に耐える膜を実現する必要がある。

2. 研究の目的

本研究は液晶バックライト用無水銀蛍光ランプの高輝度化に向けて、耐スパッタ性電極の高電子放出化と真空紫外発光の高効率化を目的としている。特にダイヤモンド膜とMgO膜を用いた複合電極応用の可能性について検討することが主たる目標である。

3. 研究の方法

- (1) ダイヤモンド基板からトンネル効果が得られることを考慮し、MgO薄膜の膜質評価と高い二次電子放出係数 γ 値のためのMgO薄膜プロセスの構築を行った。MgO薄膜形成のターゲット材料はMgO焼結体を用いた。RFマグネトロンスパッタ法によりスパッタガス(Ar/O₂混合比)を変えたときのMgO薄膜を作製した。基板は石英ガラスを用いた。オープン放電セル装置を用いてMgO薄膜電極で測定されたパッシェン曲線から、 γ 値を測定した。スパッタガスの混合比、基板温度、MgOの膜厚と γ 値との関係を検討した。
- (2) ダイヤモンド基板上にMgOを成膜した複合電極の検討を進めるため、反応性イオンエッチングによりダイヤモンド表面を種々の粗さにしたダイヤモンド基板について γ 値との関係の検討を行った。
- (3) 複合電極を用いたNe/Xeプラズマ中の真空紫外発光強度の測定を行うため、MgF₂窓付きオープン放電セル装置を製作した。第一段階として電極に石英基板を用い、Ne/Xeガスの混合比を変えたときの真空紫外発光強度の測定を行った。

4. 研究成果

- (1) MgO成膜の二次電子放出に及ぼすスパッタリングガスの影響

図1に γ 値とO₂濃度との関係を示す。スパッタリングガスArにO₂ガスを20%以上添加すると γ 値は増加し、O₂単ガス中で得られたものとほぼ同じ値となることがわかった。

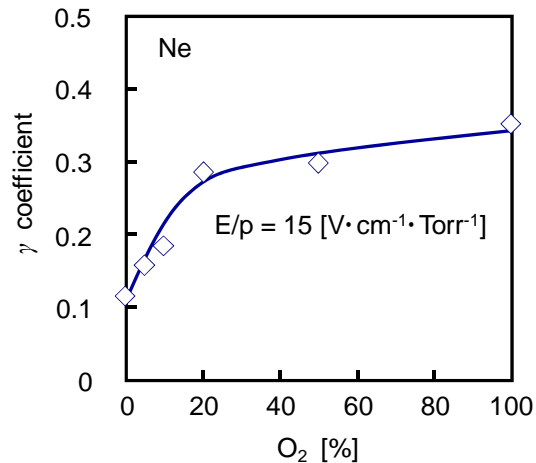


図1 Ar/O₂混合ガス中で成膜したMgO薄膜の二次電子放出係数 γ とO₂濃度との関係

- (2) MgO薄膜の二次電子放出に及ぼす基板温度の影響

図2に γ 値とMgO成膜時の基板温度との関係を示す。 γ 値は500のサンプル電極で最も高い値が得られることがわかった。 γ 値の変化が、X線回折(XRD)による測定で得た(200)配向面の回折強度の変化と一致している。 γ 値の増加は結晶性の変化により仕事関数が低下したものと考えられる。

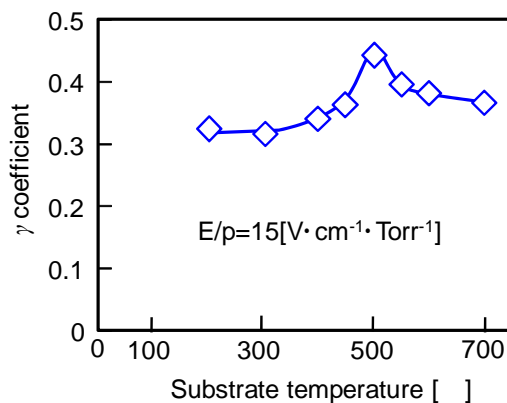


図2 γ 値と基板温度との関係

(3) MgO 薄膜の二次電子放出に及ぼす膜厚の影響

図3に γ 値とMgOの膜厚との関係を示す。 γ 値は膜の厚さとともに増加し、膜厚が約20nmで最大を示し、その後減少し100nm以上では変化が見られなかった。スパッタリングによる薄膜の成長過程では、スパッタ粒子が基板に入射し、基板原子とスパッタ原子が混在する中間層が形成されることが確認されている。膜厚20nm付近で γ 値が高くなるのは、不純物層の仕事関数の影響によるものと考えられる。

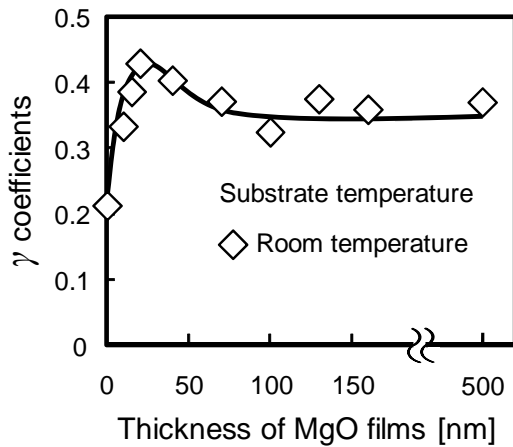


図3 γ 値と MgO の膜厚との関係

(4) ダイヤモンド電極の放電特性への表面粗さの影響

図4はダイヤモンド表面研磨面と酸素エッチングで表面の粗さを形成した面における γ 値と E/p との関係を示す。 $E/p = 20$ [$V \cdot cm^{-1} \cdot Torr^{-1}$]のとき、 γ 値は表面研磨面で0.05、酸素エッチング面での γ 値は表面研磨面のものより約2倍増加することがわかった。

ダイヤモンドの酸素エッチング面についてSEM画像を観察した。酸素エッチング面では表面に尖鋭構造が形成されることから、電界集中の効果により γ 値が増加し、放電開始電圧が低下したものと考えられる。

(5) Ne/Xe プラズマ中の真空紫外発光計測

図5にNe/Xe混合ガス圧力40TorrのときXe 147nmスペクトル線の真空紫外発光強度とXe濃度との関係を示す。図には放電の印加電圧も一緒に示してある。真空紫外発光強度はXe30%添加のとき最大になることがわかった。印加電圧はXe濃度の増加とともに高くなることがわかった。

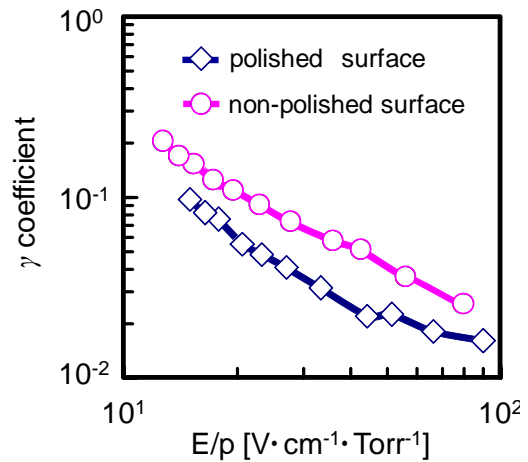


図4 ダイヤモンドの表面研磨面と酸素エッチング面の γ 値と E/p の関係

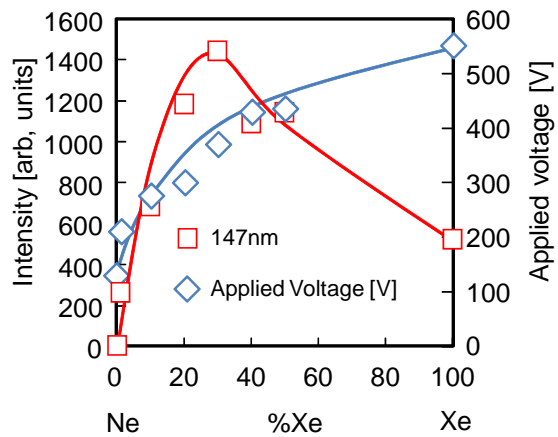


図5 Ne/Xe 混合ガス放電中の印加電圧とXe 147nm線強度およびXe濃度との関係

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計5件)

- (1) T. Misu, M. Sugimoto, M. Goto and T. Arai, "Discharge properties of MgO thin films deposited by sputtering", 18th International Symposium on Plasma Chemistry, Kyoto, Japan, 28P-109, Full-PapersCD (4pages), 2007. 査読有
- (2) T. Misu, M. Sugimoto, M. Goto and T. Arai, "Discharge Characteristics of MgO in Ne for Liquid Crystal Display Back-lightingElectrode", IEEE Transactions on Fundamentals and

Materials, Vol.127, No.9, pp.549-552, 2007. 査読有

- (3) T. Misu, T. Uehara, M. Murakami, M. Goto and T. Arai, "Effect of surface morphology on discharge characteristics of CVD diamond", 19th Europhysics Conference on the Atomic and Molecular Physics of Ionized Gases, Granada, Spain, 2008. 査読有
- (4) 三栖 貴行, 荒井 俊彦, "液晶バックライト用電極としての MgO の二次電子放出特性", 照明学会論文誌, Vol.92, pp.783-786, 2008. 査読有
- (5) T. Misu, T. Uehara, M. Murakami, M. Goto and T. Arai, "Effect of surface roughness on discharge properties of CVD diamond", Asia-Pacific conference on plasma Science and Technology 21 Symposium on Plasma Science for Materials, p.303, 2008. 査読有

[学会発表](計 8 件)

- (1) 三栖貴行, 杉本真教, 後藤みき, 荒井俊彦, "スパッタ法による MgO 薄膜の放電特性に及ぼす酸素ガス添加の影響", 第 54 回応用物理学関係連合講演会, 2007. 3.
- (2) 上原稔一, 莊野俊宏, 後藤みき, 荒井俊彦, "液晶ディスプレイ用冷陰極蛍光ランプとしての MgO 電極の放電特性", 平成 19 年度照明学会第 40 回全国大会, 2007. 8.
- (3) 三栖貴行, 杉本真教, 浪江正宗, 後藤みき, 荒井俊彦, "MgO 薄膜の放電特性に及ぼす O₂ 添加の影響", 平成 19 年度照明学会第 40 回全国大会, 2007. 8.
- (4) 浪江正宗, 三栖貴行, 後藤みき, 荒井俊彦, "MgO 薄膜電極の二次電子放出に及ぼす基板温度の影響", 平成 20 年度照明学会第 41 回全国大会, 2008. 8.
- (5) 村上雅彦, 三栖貴行, 上原稔一, 小野志門, 後藤みき, 荒井俊彦, "液晶バックライト用 CVD ダイヤモンド電極の放電特性への表面粗さの影響", 平成 20 年度照明学会第 41 回全国大会, 2008. 8.
- (6) 浪江正宗, 三栖貴行, 後藤みき, 荒井俊彦, "スパッタ法による MgO 薄膜電極の二次電子放出に及ぼす基板温度の影響",

第 69 回応用物理学学会学術講演会, 2008. 9.

- (7) 村上雅彦, 三栖貴行, 上原稔一, 小野志門, 後藤みき, 荒井俊彦, "CVD ダイヤモンド電極の二次電子放出に与える表面粗さの影響", 第 69 回応用物理学学会学術講演会, 2008. 9.
- (8) 浪江正宗, 三栖貴行, 後藤みき, 荒井俊彦, "スパッタ法による MgO 薄膜電極の二次電子放出に及ぼす膜厚の影響", 第 56 回応用物理学関係連合講演会, 2009. 3.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

荒井 俊彦 (ARAI TOSHIHIKO)
神奈川工科大学・工学部・教授
研究者番号: 60130796

(2) 研究分担者

後藤 みき (GOTO MIKI)
神奈川工科大学・工学部・講師
研究者番号: 70195949