

平成 30 年 6 月 12 日現在

機関番号：11401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26420294

研究課題名(和文) 新規液晶レンズを用いた遠近可変メガネの開発に関する研究

研究課題名(英文) Study on a development of a novel liquid crystal lens for using eye glasses

研究代表者

河村 希典 (Kawamura, Marenori)

秋田大学・理工学研究科・准教授

研究者番号：90312694

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、遠視・近視または老眼の進行度合いに応じた遠近可変メガネのレンズパワーを矯正するための特性を得るために、複数の円形パターン形状の電極及び高抵抗膜を用いた新しい構造の液晶レンズを設計・試作し、液晶レンズにおける有効なレンズ径を拡大・維持しつつレンズパワー(焦点距離の逆数)の可変幅を拡大することが可能となった。さらに凸レンズ特性内部に凹レンズ特性～凸レンズ特性(逆に凹レンズ特性内部に凸レンズ特性～凹レンズ特性)を制御することができた。

研究成果の概要(英文)： An LC lens with good lens qualities has been prepared using a hole-patterned electrode, an inner circular electrode separated from the LC layer with an insulating glass substrate, and a common electrode. The LC lens is driven by two ac voltages applied across each electrode and the common electrode. The hole-patterned area acts as a lens.

In this study, we developed a novel LC lens with several ring electrodes and highly resistive thin film for enlarging a phase retardation profile and wide variable range of lens power with the effective lens diameter. The proposed LC lens exhibits a focusing range from the concave lens to convex lens property inside convex lens property (conversely the convex lens ~ concave lens property inside concave lens property).

研究分野：光・電子デバイス工学

キーワード：液晶 液晶レンズ レンズパワー 焦点距離

1. 研究開始当初の背景

液体のような流動性を示し、電氣的・光学的特性に異方性を示す液晶はその分子配向状態を電圧により制御することが可能で、薄型軽量のフラットディスプレイとして目覚ましい発展を遂げている。しかし、液晶が持つ大きな特徴である屈折率異方性を利用したデバイスに関する研究開発は必ずしも盛んではない。

研究代表者は、これまで波面制御、出射光を偏向(ビームステアリング)及び焦点距離を制御することができる『液晶レンズ』に関する研究を行ってきた。さらに実用化に向けた低電圧・高速駆動化の液晶レンズの研究を行っている。液晶レンズにおけるレンズパワー(焦点距離の逆数)の変幅は液晶材料の複屈折及び液晶層厚に依存する。そのためレンズパワーの変幅を拡大するには複屈折の大きな液晶が必要となるが液晶材料からのアプローチだけでは耐光性の低下、光散乱、及び粘性係数の増大から応答速度の低下を改善することができない。さらに、液晶層厚を厚くすることでも光散乱が増し、応答速度の低下がある。理想的なレンズ特性として放物面状(断面では放物線)の光学位相差分布が必要であり、液晶レンズの構造パラメータを詳細に設計することである程度克服できるが、有効なレンズ径は円形パターン電極よりも内側にある。有効レンズ径を維持し放物線状の光学位相差分布を示すレンズパワーの変幅は、液晶材料で決まる複屈折と液晶層厚の積である光学位相差分布で求まるレンズパワーに対して 40%程度と見積もっている。また、レンズパワーの変幅はレンズ半径の2乗に反比例して低下することから、有効なレンズ径を拡大・維持しつつレンズパワーの変幅を拡大するには、構造パラメータ等の改良、または全く新しい電極構造の液晶レンズを提案する必要がある、改善の余地が多く残されている。

2. 研究の目的

本研究グループが長年研究を行っている機械的制御系を一切必要せず焦点距離を電圧のみにより制御可能な『液晶レンズ』を視力補助デバイスとする『遠近可変メガネ』に適用するための基礎研究を本研究の目的とする。研究実施期間では、複数の円形パターン形状の電極及び高抵抗膜を用いた新しい構造の液晶レンズを設計・試作し、①液晶レンズにおける有効なレンズ径を拡大・維持しつつレンズパワー(焦点距離の逆数)の変幅を拡大すること、遠近可変メガネに適用する際のレンズパワーを矯正するため②凸レンズ特性内部に凹レンズ特性～凸レンズ特性(逆に凹レンズ特性内部に凸レンズ特性～凹レンズ特性)を制御することを目的とする。

3. 研究の方法

本研究では、主に次の4つで構成される。

すなわち研究代表者がこれまで研究を行ってきた液晶レンズの作製・評価とその応用計測装置の知見を活かし、下記の研究内容の計画を行い、設計、試作、実証実験を行う。

1. 新規構造の液晶レンズの設計・作製
2. 液晶レンズを光学的・電氣的に評価するための新たな測定評価技術の開発
3. 電気光学特性の測定・評価
4. 全体計画における各々の研究課題の位置付け・問題点等の抽出・総合的な考察

4. 研究成果

研究目的で述べたように、『遠近可変メガネ』の実現に向けて、新規液晶レンズを開発研究する試みは本研究のみである。パターン電極の構造を工夫し、または高抵抗層膜を加工し液晶層における電界分布を制御させるような液晶レンズについては現在まで研究されていない状況である。研究代表者は、これまで発表した液晶レンズに関する研究実績をさらに発展させ、凸レンズ特性内部に凹レンズ特性を電圧制御できる液晶レンズを設計、試作、評価した研究内容(糸田、河村、佐藤：“可変二重焦点型液晶レンズのレンズ特性”、第74回応用物理学会秋季学術講演会、19a-C13-2、2013)について、第1報を他の研究者に先駆けて報告した。この研究を踏まえ、未解決・未到達の以下の項目を実施した。

(1) 新規液晶レンズの設計・試作

液晶レンズにおける有効なレンズ径を拡大・維持しつつレンズパワーの変幅の拡大を行うため、新規液晶レンズを提案・設計した[図1]。液晶レンズにおける液晶層の厚み、絶縁層極薄ガラス厚、液晶材料の選定、誘電率、高抵抗膜(酸化亜鉛スパッタ膜;ZnO)の抵抗値及び円形パターン電極の直径について試作を行った。

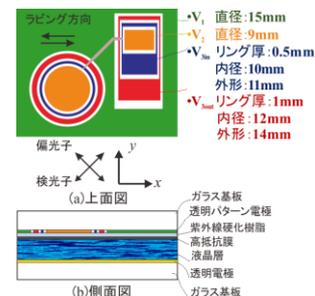


図1 二重焦点制御機能を有する液晶レンズ

(2) 電気光学特性の評価(光学位相差分布・焦点距離)

各円形パターン電極に印加する電圧 (V_1 , V_2 , V_{3in} 及び V_{3out}) により凸レンズ特性内部に凹レンズ特性～凸レンズ特性(逆に凹レンズ特性内部に凸レンズ特性～凹レンズ特性)についての実験を行った[図2、図3]。

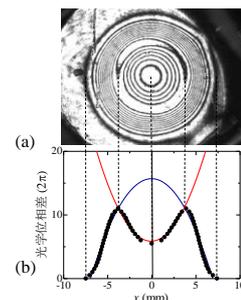


図2 干渉縞写真(a)と光学位相差分布(b) ($V_1=8.0V$, $V_2=5.0V$, $V_{3in}=V_{3out}=0.5V$)

図 2(a)における隣接する干渉縞の光学位相差が 2π であるため、干渉縞から光学位相差特性を求めることができる。直径 8mm より内側の領域では凹レンズ特性(レンズパワー = -0.50 m^{-1})となり、直径 8 mm ~ 15 mm の領域で凸レンズ特性(0.41 m^{-1})を示した。一方、 $V_1=V_2=1.0 \text{ V}$ ($f=0.1 \text{ kHz}$), $V_{3in}=0.5 \text{ V}$ ($f=1.0 \text{ kHz}$)及び $V_{3out}=7.0 \text{ V}$ ($f=11.0 \text{ kHz}$)の電圧をパターン電極に印加した場合の干渉縞写真及び光学位相差分布を図 3(a), (b)に示す。直径 10 mm より内側の領域で凸レンズ特性 (0.55 m^{-1})を示し、直径 10 mm ~ 15 mm の領域で凹レンズ特性 (-0.54 m^{-1})を示した。以上の結果から、リング電極構造を有する液晶レンズの各電極に独立した電圧を印加することで二重レンズの特性を制御することができた。

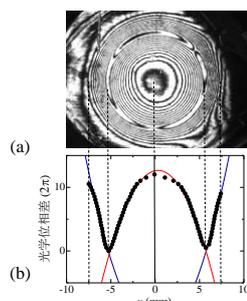


図3 干渉縞写真(a)と光学位相差分布 ($V_1=V_2=1.0\text{V}$, $V_{3in}=0.5\text{V}$, $V_{3out}=7.0\text{V}$)

(3) 高抵抗パターン膜を用いた液晶レンズの試作

上部基板の ITO(Indium Tin Oxide)透明電極をフォトリソグラフィ法により $\phi 10\text{mm}$ の円形孔パターン電極及び $50\mu\text{m}$ 幅の円形スリットを挟んだ円形パターン電極を作製し、パターン電極表面に $5\mu\text{m}$ 厚の透明絶縁膜を製膜した。絶縁膜表面に直径 $\phi 8\text{mm}$, $\phi 12\text{mm}$ の金属マスクを用いて $\phi 10\text{mm}$ のパターン電極の中心が合うように位置を調整し、2 回の RF スパッタリングを行うことで図 4 に示す酸化亜鉛薄膜の製膜を行った。高抵抗膜表面と下部の透明導電膜付きガラス基板にポリイミド水平配向膜を塗布し、ラビング処理を行った。ポリマー球状スペーサ ($60\mu\text{m}$) を用いて 2 枚の基板のラビング方向が反平行方向となるように貼り合わせ、ネマチック液晶 (RDP-85475, $\Delta n = 0.298$ @ $\lambda = 589 \text{ nm}$, DIC) を封入した。

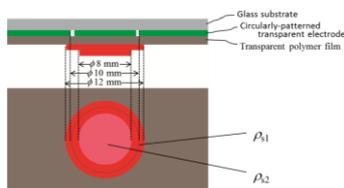


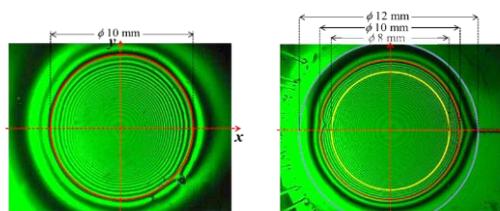
図4 高抵抗パターン膜

(4) 高抵抗パターン膜を用いた液晶レンズの光学位相差分布

均一の高抵抗膜のパターン膜を用いた液晶レンズ I 及び高抵抗パターン膜を用いた液晶レンズ II に印加する電圧を $V_1 = 7.2 \text{ V}_{\text{rms}}$, $V_2 = 0.7 \text{ V}_{\text{rms}}$ ($f = 3.5 \text{ kHz}$)とした場合の干渉縞写真を図 5 (a), (b)に示す。光学位相差分布を求めた結果を図 6 (a), (b)に示す。液晶レンズ I では、円形パターン電極縁付近において光

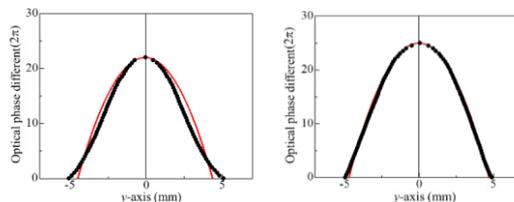
学位相差分布の $\phi 7 \text{ mm}$ の外側の裾が広がり、放物線から大きく外れることが見られた。一方、液晶レンズ II では、円形パターン縁付近における光学位相差分布の裾の広がりが小さくなる傾向が見られた。光学位相差分布と放物線(フィッティング)の平均二乗偏差を比較すると、液晶レンズ I では 2.3 となり、液晶レンズ II の場合では 0.79 となり、放物線特性の大幅な改善効果が得られた。この時の光学位相差分布のフィッティングより求めたレンズパワーは、液晶レンズ I 及び II とともに 1.2 m^{-1} であった。

以上のことより、高抵抗膜の表面抵抗を同心円状及び階段状に分布させることで液晶層の電界の分布を調整することができ、レンズパワーの増加と共にレンズ特性を向上することが可能であることが示された。



(a) 液晶レンズ I (b) 液晶レンズ II

図5 干渉縞写真



(a) 液晶レンズ I (b) 液晶レンズ II

図6 光学位相差分布

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 4 件)

- (1) 河村希典, ディスプレイ用途を超える液晶の利用の可能性、応用物理、第 84 巻、第 2 号、2015、pp. 131-136 (査読有)
- (2) M. Kawamura, S. Ishikuro: Feature Extraction from Multiply Focal Images by Using a Liquid Crystal Lens、Molecular Crystals and Liquid Crystals, Vol. 613, 2015, pp. 51-58. (査読有)
- (3) M. Kawamura, K. Nakamura, S. Sato: Liquid-Crystal Micro-Lens Array with Square-Shaped Electrodes, Molecular Crystals and Liquid Crystals, Vol. 613, 2015, pp. 137-142. (査読有)
- (4) M. Kawamura, S. Sato: Variable wide range of lens power and its improvement in a liquid-crystal lens using highly resistive films divided

into two regions with different diameters, Jpn. J. Appl. Phys., Vol.57, 2018 (査読有)

[学会発表]

(国外 12 件、国内 40 件、合計 52 件)

[国外]

- (1) M. Kawamura, S. Oikawa, and S. Sato: "Low-driving-voltage liquid-crystal lens with elliptically distributed refractive indices", Optical Manipulation Conference' 14 (OMC' 14), OMC2-5 (Yokohama, Japan), 2014.
- (2) M. Kawamura, K. Nakamura, and S. Sato: Liquid-crystal micro-lens array with square-shaped electrodes, 25th International Liquid Crystal Conference (Dublin, Ireland) CP-01.003, 2014.
- (3) M. Kawamura and S. Ishikuro: Feature extraction from multiply focal images by using a liquid crystal lens, 25th International Liquid Crystal Conference (Dublin, Ireland), P1.022, 2014.
- (4) M. Kawamura, H. Itoda, and S. Sato: "Low-driving-voltage liquid-crystal lens with tunable double-focal-lengths", 25th International Liquid Crystal Conference (Dublin, Ireland), P1.025, 2014.
- (5) M. Kawamura, K. Nakamura, and S. Sato: Asymmetrical phase difference distribution properties of a liquid crystal micro-lens array with tetragonally-patterned electrodes, Proceedings of The international society for optics and photonics, SPIE Organic Photonics + Electronics (OP15P), Liquid crystals XIX 9565-31 (San Diego, USA) (2015).
- (6) M. Kawamura, K. Tamura, M. Chida, and S. Sato: "Multifocal liquid-crystal lens properties with an additional ring-electrodes, Proceedings of The international society for optics and photonics, SPIE Organic Photonics + Electronics (OP15P), Liquid crystals XIX 9565-45 (San Diego, USA) (2015).
- (7) M. Kawamura, S. Ishikuro: Three-dimensional imaging system by using a low-voltage-driving LC lens, Proceedings of The international society for optics and photonics, SPIE Organic Photonics + Electronics (OP15P), Liquid crystals XIX 9565-46 (San Diego, USA) (2015).
- (8) M. Kawamura, S. Ishikuro, and S. Sato: Imaging system for determining depth

mapping properties by using a liquid crystal lens, 41st Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (2015).

- (9) M. Kawamura, Y. Goto, S. Sato: Liquid crystal lens with circularly-patterned highly-resistive-films, ISOT2016 International Symposium on Optomechatronic Technologies (Itabashi, Japan) (2016).
- (10) M. Kawamura: Liquid Crystal Lens and It's applications, Albert-Ludwigs-University, Freiburg IMTEK-Department of Microsystems Engineering Laboratory for Microactuators, 2017.
- (11) M. Kawamura: Liquid-Crystal-Lenses with Variable Focal length and Their Applications, Aachen/RWTH Aachen, Institute Werkstoffe der Elektrotechnik. 2017.
- (12) M. Kawamura: Liquid Crystal Lens and It's applications, Karlsruhe Institute Technology, 2017.

[国内]

- (1) 河村希典: 液晶レンズの研究開発, 医工連携研究開発セミナー(2014).
- (2) 河村希典, 石黒駿介: 液晶レンズを用いた奥行情報の特徴抽出, 2014年日本液晶学会討論会, PA37, 島根くにびきメッセ(2014).
- (3) 田村賢介, 千田誠, 糸田大輝, 河村希典, 佐藤進: リング電極構造を有する液晶レンズの二重点距離制御, 2014年日本液晶学会討論会, 3C03, 島根くにびきメッセ(2014).
- (4) 河村希典: 光の向き・照射範囲を連続制御可能な革新的液晶レンズの開発, 「イノベーション・ジャパン2014—大学見本市&ビジネスマッチング—」, JST, NEDO 主催, 東京ビックサイト(2014).
- (5) 田村賢介, 糸田大輝, 河村希典, 佐藤進: 二重点可変型大口径液晶レンズの光学位相差特性, 第75回応用物理学会秋季学術講演会, 17p-C7-8, 北海道大学札幌キャンパス(2014).
- (6) 中村剣登, 河村希典, 佐藤進: 四角形状電極アレイを有する液晶マイクロレンズの屈折率分布特性, 第75回応用物理学会秋季学術講演会, 17p-C7-9, 北海道大学札幌キャンパス(2014).
- (7) 手塚大貴, 田中将樹, 中村剣登, 河村希典, 佐藤進: 光線追跡法による屈折率分布を有する液晶マイクロレンズの解析, 第75回応用物理学会秋季学術講演会, 17p-C7-10, 北海道大学札幌キャンパス(2014).
- (8) 千田誠, 糸田大輝, 河村希典, 佐藤進: 二重リング形状電極構造を有する液晶

- レンズの焦点距離特性, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 18p-PA1-3, 北海道大学 札幌キャンパス(2014).
- (9) 中村剣登, 掛川健太, 河村希典, 佐藤進: 外部電極及び四角形状電極を有する液晶マイクロレンズアレイの屈折率分布特性(II), 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 18p-PA1-4, 北海道大学 札幌キャンパス (2014).
- (10) 河村希典, 石黒駿介: 近赤外線波長領域における液晶レンズを用いた特徴抽出, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 18p-PA1-5, 北海道大学 札幌キャンパス(2014).
- (11) 佐藤翔吾, 河村希典, 佐藤進: 遠赤外領域における楔形液晶セルの電気光学特性, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 19p-PA6-2, 北海道大学 札幌キャンパス(2014).
- (12) 田村賢介, 千田誠, 糸田大輝, 河村希典, 佐藤進: バイフォーカル制御機能を有する液晶レンズの焦点距離特性, 平成 26 年度液晶フォトニクス・光デバイスフォーラム研究会, p. 9, 秋田市カレッジプラザ(2014).
- (13) 佐藤翔吾, 河村希典, 佐藤進: 遠赤外用液晶プリズムの電気光学特性, 平成 26 年度液晶フォトニクス・光デバイスフォーラム研究会, p. 10, 秋田市カレッジプラザ(2014).
- (14) 中村剣登, 近藤沙紀, 河村希典, 佐藤進: 二分割アレイ状電極を有する液晶マイクロレンズの光学位相差分布特性, 平成 26 年度液晶フォトニクス・光デバイスフォーラム研究会, p. 11, 秋田市カレッジプラザ(2014).
- (15) 中村剣登, 河村希典, 佐藤進: “液晶マイクロシリンドリカルレンズアレイの光学位相差分布特性”, 第 69 回応用物理学会東北支部学術講演会, 5aA05, 東北大学大学院工学研究科 青葉記念会館(2014).
- (16) 河村希典: 「液晶レンズの最近の研究動向」, 「秋田県 LED 機器研究会の取り組み」, 「スマートハウス用照明機器の研究開発」, 京都光技術研究会 第 7 回例会, 招待講演, 2015
- (17) 佐藤翔吾, 河村希典, 佐藤進: 焦点可変液晶レンズを用いたサーモグラフィカメラによる撮像システムの構成, 2015 年第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 12p-A13-3, 東海大学 湘南キャンパス, 2015.
- (18) 千田誠, 田村賢介, 河村希典, 佐藤進: 液晶レンズの応答特性 (I), 2015 年第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 12p-A13-2, 東海大学 湘南キャンパス, 2015.
- (19) 河村希典, 中村剣登, 佐藤進: 四角形状電極を有する液晶マイクロレンズアレイの 3 次元液晶分子配向シミュレーション, 2015 年第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 13a-P3-5, 東海大学 湘南キャンパス, 2015.
- (20) 後藤祐紀, 河村希典, 佐藤進: “高抵抗パターンニング膜を用いた液晶レンズのレンズ特性”, 2015 年日本液晶学会討論会, 3C13, 東京工業大学, 2015.
- (21) 河村希典, 近藤沙紀, 中村剣登, 佐藤進: 二分割・四角形状電極を有する液晶マイクロレンズアレイの分子配向シミュレーション, 2015 年日本液晶学会討論会, 3C14, 東京工業大学, 2015.
- (22) 河村希典, 近藤沙紀, 中村剣登, 佐藤進: 平板電極及び二分割四角形状電極を有する液晶マイクロレンズアレイにおける液晶分子のダイレクタ分布, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会, 13a-2A-7, 名古屋国際会議場, 2015.
- (23) 田村賢介, 河村希典, 佐藤進: TN 液晶セル及び液晶レンズを用いた偏光無依存型撮像デバイスの構成, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会, 13a-2A-8, 名古屋国際会議場, 2015.
- (24) 千田 誠, 田村賢介, 河村希典, 佐藤進: 液晶レンズの応答特性 (II), 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会, 13p-PA2-8, 名古屋国際会議場, 2015.
- (25) 河村希典, 液晶を用いた光学素子とその応用, JACI 電子情報技術部会 エレクトロニクス交流会応用技術企画 WG 講演会 「ウェアラブルの未来 メガネ・レンズ」招待講演, 2015.
- (26) 河村希典: 革新的液晶レンズの研究開発, 産技連東北地域部会 情報通信・エレクトロニクス分科会秋季分科会, 招待講演, 2015.
- (27) 尾形和輝, 河村希典: 導電性高分子膜を用いた液晶レンズのレンズ特性, 応用物理学会東北支部 第 70 回学術講演会 4A12, 2015.
- (28) 千田 誠, 田村 賢介, 河村 希典, 佐藤進: 液晶レンズの応答特性 (III), 2015 年第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 21a-H135-10, 東京工業大学大岡山キャンパス, 2016.
- (29) 田村賢介, 河村希典, 佐藤進: “偏光無依存型液晶レンズを用いた多焦点画像からの特徴抽出”, 2015 年第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 22a-P2-2, 2016.
- (30) 尾形和輝, 河村希典: 有機高抵抗膜を用いた液晶レンズのレンズ特性, 2016 年日本液晶学会討論会, PA46, 大阪工業大学, 2016.
- (31) 河村希典, 田村賢介, 佐藤進: 偏光無依存型液晶レンズシステムを用いた奥行情報の特徴抽出, 2016 年日本液晶学会討論会, 3C06, 大阪工業大学, 2016.
- (32) 後藤祐紀, 河村希典, 佐藤進: 輪帯電極及び高抵抗膜を用いた液晶レンズの

光学位相差分布特性, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会, 15p-C42-10, 朱鷺メッセ, 2016.

- (33) 齊藤慎太郎, 河村希典, 佐藤進: TN 液晶セル及び液晶レンズを用いた顕微鏡システム, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会, 15p-C42-11, 朱鷺メッセ, 2016.
- (34) 齊藤慎太郎, 河村希典, 佐藤進: 液晶レンズを用いた偏光依存切替機能を有する顕微鏡システム, 応用物理学会東北支部 第 71 回学術講演会, 2aB03, 2016.
- (35) 後藤祐紀, 河村希典, 佐藤進: 高抵抗膜を用いた輪帯電極型液晶レンズの光学位相差分布特性, 応用物理学会東北支部 第 71 回学術講演会, 2aB04, 2016.
- (36) 河村希典: 「高性能・大開口径液晶レンズとその応用」, JST 新技術説明会, 計測・センシング技術 新技術説明会, JST 東京本部別館 1F ホール(東京・市ヶ谷), 2017.
- (37) 後藤祐紀, 河村希典, 佐藤進: 円形高抵抗膜を用いた輪帯電極型液晶レンズの光学位相差分布特性, 2017 年第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 16p-422-9 パシフィコ横浜, 2017.
- (38) 齊藤慎太郎, 後藤祐紀, 河村希典, 佐藤進: 輪帯電極及び高抵抗膜を用いたフレネル型大口径液晶レンズ, 2017 年第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 16p-422-10, パシフィコ横浜, 2017.
- (39) 河村希典: 「液晶レンズとその応用」, 男鹿・潟上・南秋テクノフォーラス招待講演, 2017.
- (40) 荻原和哉, 河村希典, 佐藤進: 輪帯電極構造を有する液晶レンズの応答特性, 2017 年日本液晶学会討論会, 2017

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 3 件)

名称: 液晶レンズ
発明者: 河村希典, 佐藤進
権利者: 国立大学法人秋田大学
種類: 特許
番号: 特願 2016-169249
出願年月日: 2016 年 8 月 31 日
国内外の別: 国内

名称: 照明システム
発明者: 河村希典
権利者: 国立大学法人秋田大学
種類: 特許
番号: 特願 2016-184460
出願年月日: 2016 年 9 月 21 日
国内外の別: 国内

名称: 液晶レンズアレイ
発明者: 河村希典, 佐藤進
権利者: 国立大学法人秋田大学

種類: 特許
番号: 特願 2016-245882
出願年月日: 2016 年 12 月 19 日
国内外の別: 国内

○取得状況 (計 2 件)

名称: 液晶レンズ
発明者: 河村希典, 佐藤進
権利者: 国立大学法人秋田大学
種類: 特許
番号: 特許第 6128719 号
登録年月日: 2017 年 4 月 21 日
国内外の別: 国内

名称: 液晶レンズアレイ
発明者: 河村希典, 佐藤進
権利者: 国立大学法人秋田大学
種類: 特許
番号: 特許第 6284208 号
登録年月日: 2018 年 2 月 9 日
国内外の別: 国内

〔その他〕

ホームページ等

http://akitauiinfo.akita-u.ac.jp/html/60_ja.html

〔受賞〕

- (1) ベストプレゼンテーション賞・受賞
IECON2015 The 41st Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, 2015 年 11 月 11 日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

河村希典 (KAWAMURA, Marenori)
秋田大学・大学院理工学研究科・准教授
研究者番号: 90312694

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者

(4) 研究協力者

佐藤進 (SATO, Susumu)
液晶レンズ研究所・代表
秋田大学・名誉教授
研究者番号: 50005401