

令和 3 年 6 月 1 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H02766

研究課題名(和文)キラル液晶を用いた自己組織メタサーフェスの構築と波面自在制御デバイスの開発

研究課題名(英文) Self-organized Meta-surface based on Chiral Liquid Crystals and Its Application to Wavefront Control Device

研究代表者

尾崎 雅則 (Ozaki, Masanori)

大阪大学・工学研究科・教授

研究者番号：50204186

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,800,000円

研究成果の概要(和文)：キラル液晶が自己組織的に形成する螺旋周期構造の配向方位をパターンニングすることにより、平面からの反射にも関わらず反射光の波面を任意に制御可能で、集光、偏向、散乱、光渦発生などの機能を持つ反射型フラットオプティクスを開発をおこなった。コレステリック液晶を用いた透明計算機ホログラムや光導波路カップラー等のBragg-Berry型反射デバイスを実現した。三次元螺旋構造を形成するコレステリックブルー相液晶の格子配列挙動の詳細を明らかにし、電界印加により格子方位を任意に制御できる技術確立した。この配向技術を利用して、広い入射角度の読み出し光に対して円偏光選択性を有する反射型ホログラム素子を実現した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

メタサーフェスは、プラズモニクスやメタマテリアルの研究の延長で提案された概念で、一般に、ナノサイズの金属あるいは誘電体共振器構造を、微細加工技術を駆使して実現する必要がある。しかし本研究では、プラズモニクスなどとは全く異なる概念で、フラット面で位相を自在に制御することを可能としており、しかも液晶が自己組織的に形成する螺旋ナノ周期構造を活用することにより、高度な微細加工技術を一切用いることなくボトムアップ型のメタサーフェスを実現している点で極めて独創的で学術的意義が大きい。

研究成果の概要(英文)：We have developed reflective flat optics by patterning the azimuth distribution of the self-organizing spiral structure formed in a chiral liquid crystal. By using these elements, the wavefront of the reflected light can be arbitrarily controlled in spite of the reflection on a flat surface. We have realized a Bragg-Berry type flat reflectors such as a transparent computer-generated hologram and an optical waveguide coupler using a cholesteric liquid crystal. We clarified the details of the lattice arrangement behavior of the cholesteric blue phase liquid crystal that forms a three-dimensional spiral structure, and established a technology that can arbitrarily control the lattice azimuth by combining photoalignment and electric field treatment techniques. Using this orientation technology, we have developed a reflective hologram device that has circular polarization selectivity for playback light with a wide incident angle.

研究分野：電子工学

キーワード：液晶 キラル液晶 自己組織性 メタサーフェス

## 1. 研究開始当初の背景

ガラスなど周囲に比べて屈折率の高い媒質中を光が部分的に伝搬するとき、光は周囲に比べて位相差が生じる。レンズやプリズムなどの光学素子では、その位相変化量に空間的な分布を与えることによって、透過光の波面を制御し、その結果、光の集光、拡散、回折などが可能となる。一般に、これらの光学素子は、数～数十 mm の厚さを必要とし、しかもその厚さに分布を作る必要がある。近年、数ミクロン以下の薄膜平板において位相変調を与える、いわゆる **Flat Optics** が注目されている。なかでも、不連続に光の位相変化を与える方法として、金属や誘電体の微細共振器構造を面上に配置したメタサーフェス (meta surface) が用いられ、新しい光学の学問分野を形成している。

メタサーフェスは極めて魅力的であるが、波長程度のナノサイズの微細共振構造を空間的に方位を制御して大面積上に配列させる必要があり、特に可視光や紫外光に対応した構造を作ることには容易ではない。そこで、我々は、コレステリック液晶などのキラル液晶が自己組織的に形成する螺旋周期構造からの光反射において、その螺旋構造の方位に依存して反射光の位相が変化する現象に着目し、キラル液晶の螺旋方位をパターンニングすることによる反射型の **Flat optics** を考案した。つまり、キラル液晶の自己組織的螺旋構造を用いた、新概念のボトムアップ型のメタサーフェスを提案してきた。

コレステリック液晶に代表されるキラル液晶は、自己組織的に螺旋周期構造を形成し、特徴的な光学的性質を示す。その一例が、いわゆる「選択反射」であり、螺旋構造の周期に対応した波長範囲の光を反射する現象である。しかも、螺旋構造の巻き符号 (右螺旋・左螺旋) に対応した回転方向の円偏光のみを選択的に反射する。我々は、長年、キラル液晶の光学物性とそのデバイス応用に関する研究を進めてきた。例えば、螺旋周期構造を一次元フォトニック結晶と捉え、選択反射バンド端からの円偏光レーザー発振、螺旋周期内の局所的変歪や螺旋捻れの位相ジャンプ (キラル欠陥) における光閉じ込め (光局在)、さらにはその局在モードに起因するレーザー発振など、フォトニクスデバイスへの応用を探索し、世界ではじめて電界によるレーザー発振波長の連続制御に成功、キラル欠陥における光局在の観察とそこからのレーザー発振を世界ではじめて成功するなど、当該分野をリードしてきた。

その過程で、螺旋周期構造からの反射光の位相が、螺旋の方位 (基板表面の分子の配向方位) に依存して  $0 \sim 2\pi$  rad 変化することを見出した。さらに、光配向技術により、二次元平面内の微小領域内 (数  $\mu\text{m}$  四方) の液晶分子の配列を制御することによって、反射光の位相変化の空間分布を自在に形成することに成功した。すなわち、平面からの反射にもかかわらず、反射光の波面が任意に制御可能であり、任意方向に偏向、集光させることを可能とした。

## 2. 研究の目的

本研究では、光配向の高解像度化による性能限界の探求と応用範囲の拡大、さらに、採用するキラル液晶を一元螺旋周期構造のコレステリック相から三次元螺旋構造を有するブルー相に拡張し、より高度な機能を有するメタサーフェスの構築と波面自在制御デバイスを実現することを目的とした。

## 3. 研究の方法

(1) ブルー相の格子の配列状態の詳細を調べた。特に、ラビング配向および光配向により一様配向処理を行ったときの面方位の配向特性を、偏光顕微鏡観察、コッセル像観察、反射光スペクトル測定により調べた。

(2) パターン配向ブルー相の実現を目指した電界による格子配列制御の可能性を検討するために、電界を印加していったん三次元螺旋構造を消失させたのち、再び電界を除去してブルー相を発現させた場合の、格子面配列および格子方位を調べた。

(3) (2) で得られた知見を元にブルー相を用いた反射型ホログラム素子を作製し、その特性を調べた。特に、光を斜めに入射した時の偏光状態 (円偏光の向き) 依存性を調べた。

## 4. 研究成果

### (1) 一軸配向制御したブルー相の配向特性

ラビング法および光配向法を用いて一軸配向処理した界面を有するセル内での、ブルー相の配向特性を調べた。まず、ラビング配向セルおよび光配向セルにおけるブルー相格子面の配向の様子を調べた。すなわち、それぞれのセルにおいてコレステリック相から昇温した場合と等方相から降温した場合に、基板面に平行に配列する格子面を偏光顕微鏡観察とコッセル像観察により評価した。加えて、昇温時のブルー相 II (BPII) から降温した時のブルー相 I (BPI) における格子面も評価した。結果を、図 1 に示す。昇温過程では、配向処理方法によらず、BPI、BPII とともに、(100) 面が基板に平行に配列している。また、いったん BPII まで昇温した後、折り返し降温して得られた BPI では、(110) 面が得られた。すなわち、同じ、BPI であっても、相転移前の相が何かによって、得られる面の配列状態が異なることがわかった。

一方、いったん等方相まで加熱したのち降温した場合の格子面の配列状態は、ラビングセルおよび光配向セルでは異なった。すなわち、図 1 示すように、ラビングセルでは、BPII で(110)面、BPI で(211)面が基板に平行に配列し、光配向セルでは、それぞれ、(100)面、(110)面が基板に平行となった。このことは、BPII での面配列状態は、基板表面の配向処理状態に依存することを示している。また、昇温時に(100)面 BPII から相転移した BPI が、配向処理方法にかかわらず(100)面が配列していることを考えると、BPI での面配列は、基板表面の配向状態ではなく、相転移前の相の面方位配列状態に依存する可能性がある。すなわち、BPII(110)から相転移した BPI では(211)面が、BPII(100)面から転移した BPI では(110)面が基板に平行に配列するものと考えられる。

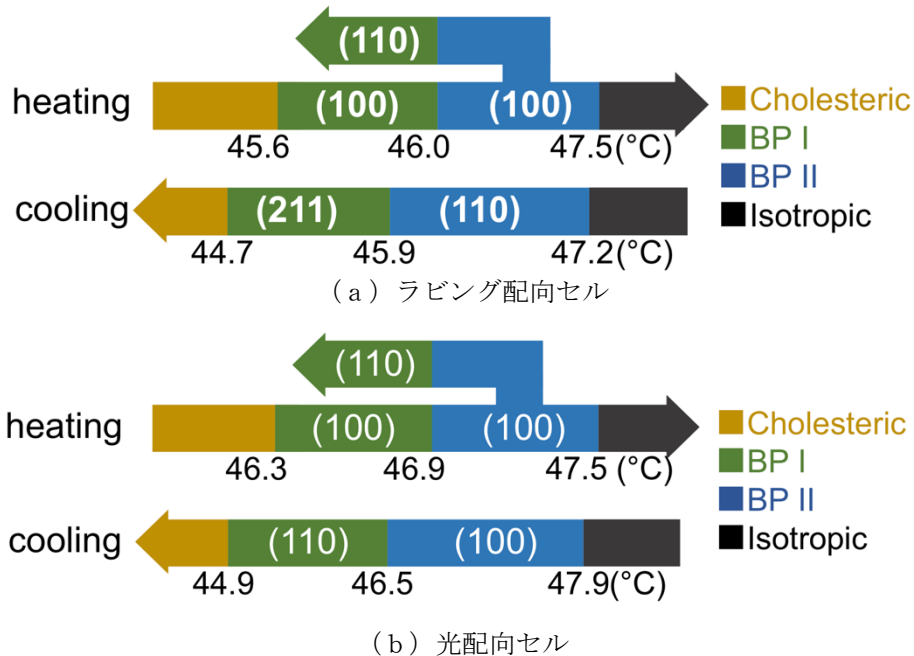


図 1 配向処理方法 b の異なるブルー相液晶の格子面の配列状態

次に、一軸配向処理したセルにおける、BPI の (110) 格子面の配向挙動を調べた。配向処理としては、ラビング法および光配向法を用いた。BPI(110)面は、(a)ラビング配向セルの BPII(100)から折り返し降温した場合、(b)光配向セルの BPII(100)から折り返し降温した場合、(c)光配向セルの等方相から BPII(100)を経て降温した場合の三種類の方法で実現できる。それぞれの方法で得られた BPI(110)面の一軸配向容易軸に対する方位角をコッセル像観察により調べた。図 2 に、それぞれの降温方法で得られた BPI(110)面のコッセル像の例とシミュレーション結果を示す。また、コッセル像から評価した一様配向容易軸に対する格子方位分布を図 3 に示す。BPII(110)状態から折り返し降温した場合には、ラビング処理、光配向処理ともに配向容易軸に対して約 55° の方向に  $[\bar{1}10]$  軸が配向しており ((a)および(b))、光配向セルで等方相から降温した場合 ((c)) には、約 36° の方位に配向していることがわかった。これらの方位角は、セルギャップ (数  $\mu\text{m}$ ~十数  $\mu\text{m}$  の範囲) および温度変化による螺旋ピッチの違いには依存しないことを確認した。

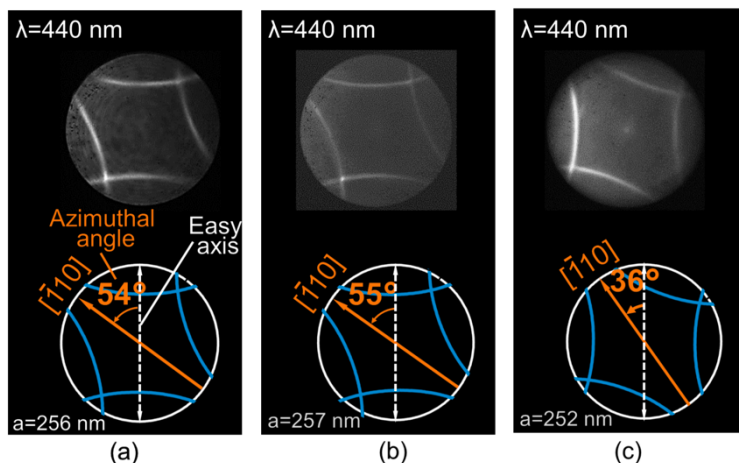


図 2 降温方法(a), (b), (c)により得られた BPI(110)面のコッセル像およびシミュレーション結果

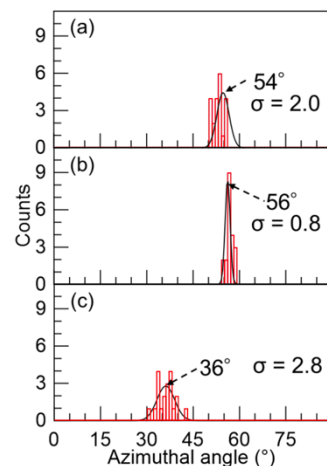


図 3 降温方法(a), (b), (c)により得られた BPI(110)面の格子配向方位分布

(2) 電界印加によるBPIにおける格子面方位制御

(1) で、降温過程に依存して配向容易軸に対してBP(110)面の配向方位が二種類存在することを示した。また、BPIの面配列状態は、BPI(110)、BPI(100)、BPI(211)の三種類が存在する。そこで、これら三つの格子配列状態における電界印加の効果調べた。すなわち、セル厚さ方向に螺旋消失閾値以上の電界を印加して一様配向を実現したのちに、再び電界を除去して再配向させたBPIの格子配列状態を調べた。BPI(110)、BPI(100)、BPI(211)の格子配列は、それぞれ、光配向セルのBPII(100)からの折り返し降温過程、光配向セルの降温過程、ラビングセルの降温過程で得られたものを用いた。その結果、図4に示すように、いずれの格子面状態から電界を印加した場合においても、(110)面が基板に平行に配列し、しかも、図5に示すように格子面方位は、すべての場合で、配向容易軸方向に対して格子軸 $[\bar{1}10]$ がほぼ垂直方向に配向している。すなわち、配向容易軸に対して、格子軸 $[001]$ が平行に配向している。この配列方向は、(1)で得た温度変化のみによる格子配向方向とは一致しておらず、しかも、どのような配向処理、配向履歴においても格子配向方向が唯一決定されることを示している。このことから、ブルー相液晶においても電界処理を施すことにより、任意のパターン配向を実現できることが明らかとなった。

なお、電界印加によって螺旋消失過程においては、フォーカルコニック状態とBPX状態をとる。ここで、電界印加・除去時の格子配列挙動の考察から、電界除去過程で発現するフォーカルコニック状態が采配交互の格子方位を決定し、BPX状態が基板と平行な面方位の決定に寄与していることが明らかとなった。

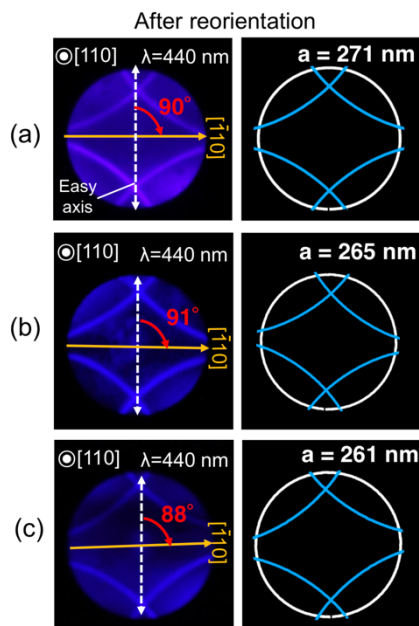


図4 初期状態(a)BPI(110)、(b)BPI(100)、(c)BPI(211)の格子配列に電界を印加後の再配向BPIのコッセル像

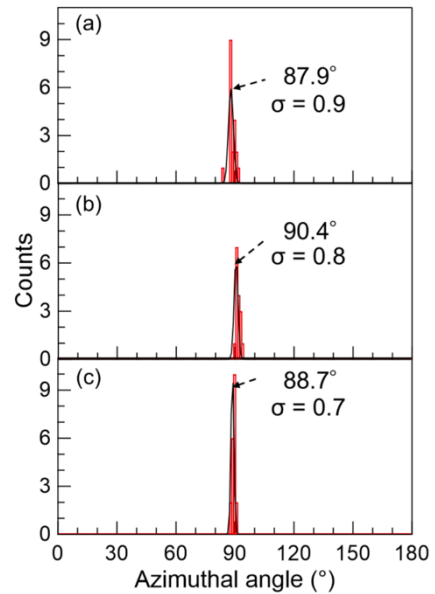


図5 図4の(a)~(b)に対応する格子軸 $[\bar{1}10]$ の配向容易軸に対する配向方位角

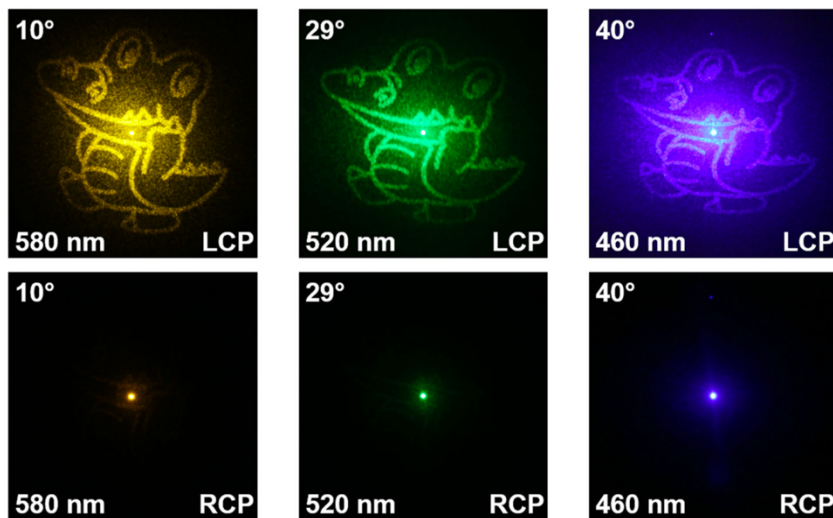


図6 パターン配向ブルー相で実現した反射型ホログラムに、種々の入射で光を入射した時の再生像。いずれの角度においても円偏光選択性が保持されている。

### (3) 電界で結晶方位を制御したパターン配向反射型ホログラム素子

(2) で明らかとなった電界印加による BPI の格子方位制御手法を用いて、高分子安定化ブルー相を用いた反射型ホログラム素子を作製した。縮小露光パターン光配向装置(自製)を用いて、配向容易軸パターンを描画した。光配向膜は、DIC 社製 LIA-03 を用いた。パターン最小サイズは、 $2.7\mu\text{m} \times 2.7\mu\text{m}$  である。配向容易軸分布は、ホログラム画像を Gerhberg-Saxton アルゴリズムを用いて計算した位相分布に基づいて作製した。

図 6 に、角度  $\theta_{in} = 10^\circ, 29^\circ, 40^\circ$  で読み出し光を入射し場合のホログラム再生像を示す。いずれの入射角度においても明瞭なホログラム像が再生された。さらに、高角度入射時においても円偏光選択性が保持されていることがわかる。一般に、コレステリック液晶のような一軸螺旋構造の場合、螺旋軸に対して斜め方向からの入射光に対しては、円偏光選択性が失われる。一方、三次元螺旋周期構造を形成するブルー相では、幅広い角度において選択性が保持されることが確認された。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Imamura Koki, Yoshida Hiroyuki, Ozaki Masanori	4. 巻 114
2. 論文標題 Giant light deflection via electro-mechanical modulation of liquid crystals	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 061901 ~ 061901-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5083980	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Ono Masaru, Kobashi Junji, Yoshida Hiroyuki, Ozaki Masanori	4. 巻 36
2. 論文標題 Doubling the geometric phase of reflective Pancharatnam-Berry diffractive waveplates	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the Optical Society of America B	6. 最初と最後の頁 D20 ~ D27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/JOSAB.36.000D20	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Takahashi Misaki, Ohkawa Takuma, Yoshida Hiroyuki, Fukuda Jun-ichi, Kikuchi Hirotsugu, Ozaki Masanori	4. 巻 51
2. 論文標題 Orientation of liquid crystalline blue phases on unidirectionally orienting surfaces	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Physics D: Applied Physics	6. 最初と最後の頁 104003 ~ 104003
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6463/aaaa4b	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Ghadimi Nassiri Mika?, Cho Seong Yong, Yoshida Hiroyuki, Ozaki Masanori, Brasselet Etienne	4. 巻 98
2. 論文標題 High-order Laguerre-Gauss polychromatic beams from Bragg-Berry flat optics	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review A	6. 最初と最後の頁 063834-1 ~ 8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevA.98.063834	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ouchi Tomohiro, Imamura Koki, Sunami Kanta, Yoshida Hiroyuki, Ozaki Masanori	4. 巻 123
2. 論文標題 Topologically Protected Generation of Stable Wall Loops in Nematic Liquid Crystals	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 097801-1~6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.123.097801	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ozaki Ryotaro, Hashimura Shunsuke, Yudate Shinji, Kadowaki Kazunori, Yoshida Hiroyuki, Ozaki Masanori	4. 巻 2
2. 論文標題 Optical properties of selective diffraction from Bragg-Berry cholesteric liquid crystal deflectors	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 OSA Continuum	6. 最初と最後の頁 3554~3554
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/OSAC.2.003554	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Cho Seong Yong, Ono Masaru, Yoshida Hiroyuki, Ozaki Masanori	4. 巻 10
2. 論文標題 Bragg-Berry flat reflectors for transparent computer-generated holograms and waveguide holography with visible color playback capability	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 8201-1~10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-65102-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Cho SeongYong, Yoshida Hiroyuki, Ozaki Masanori	4. 巻 8
2. 論文標題 Emission Direction Tunable Liquid Crystal Laser	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advanced Optical Materials	6. 最初と最後の頁 2000375-1~6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adom.202000375	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Cho SeongYong, Takahashi Misaki, Fukuda Jun-ichi, Yoshida Hiroyuki, Ozaki Masanori	4. 巻 2
2. 論文標題 Directed self-assembly of soft 3D photonic crystals for holograms with omnidirectional circular-polarization selectivity	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Communications Materials	6. 最初と最後の頁 39-1~9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s43246-021-00146-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計59件(うち招待講演 15件/うち国際学会 31件)

1. 発表者名 今村弘毅, 岩田悠人, 吉田浩之, 尾崎雅則
2. 発表標題 ネマティック液晶中における光反射性コレステリックマイクロ粒子の電界駆動
3. 学会等名 2018年日本液晶学会討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岩田悠人, 今村弘毅, 吉田浩之, 尾崎雅則
2. 発表標題 液晶配向パターンを利用したネマティック粒子の並進運動
3. 学会等名 2018年日本液晶学会討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小野優, 趙成龍, 小橋淳二, 吉田浩之, 尾崎雅則
2. 発表標題 液晶積層構造によるBragg-Berry偏向素子の偏向角度増大に関する研究
3. 学会等名 2018年日本液晶学会討論会
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 高橋実咲、大川拓真、吉田浩之、尾崎雅則
2. 発表標題 電界印加による螺旋解消状態から発現したブルー相の格子配向に関する研究
3. 学会等名 2018年日本液晶学会討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 SeongYong Cho, Takahashi Misaki, Hiroyuki Yoshida and Masanori Ozaki
2. 発表標題 Angular Dependence of the Bragg Reflection Band of Blue Phase Liquid Crystals
3. 学会等名 2018年日本液晶学会討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Yoshida, S. Cho, M. Ono, and M. Ozaki
2. 発表標題 Concealed Holograms based on Cholesteric Liquid Crystals
3. 学会等名 The 25th International Workshop on Active-Matrix Flatpanel Displays and Devices (AM-FPD18) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Koki Imamura, Hiroyuki Yoshida and Masanori Ozaki
2. 発表標題 Reversible Switching of Cholesteric Liquid Crystal Microparticles in a Nematic Liquid Crystal
3. 学会等名 27th International Liquid Crystal Conference (ILCC 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuto Iwata, Koki Imamura, Hiroyuki Yoshida and Masanori Ozaki
2. 発表標題 Translational Motion of Liquid Crystal Microparticles in a Nonuniformly Twisted Nematic Liquid Crystal
3. 学会等名 27th International Liquid Crystal Conference (ILCC 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Misaki Takahashi, Takuma Ohkawa, Hiroyuki Yoshida and Masanori Ozaki
2. 発表標題 Effect of Electric Field on Azimuthal Orientation of Blue Phases on Unidirectionally Orienting Surfaces
3. 学会等名 27th International Liquid Crystal Conference (ILCC 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masaru Ono, Junji Kobashi, Hiroyuki Yoshida and Masanori Ozaki
2. 発表標題 Enhancing the Pancharatnam-Berry Phase Effect in Cholesteric Reflectors
3. 学会等名 27th International Liquid Crystal Conference (ILCC 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 SeongYong Cho, Masaru Ono, Hiroyuki Yoshida and Masanori Ozaki
2. 発表標題 Fully Transparent Hologram with Photo-Patterned Cholesteric Liquid Crystals
3. 学会等名 27th International Liquid Crystal Conference (ILCC 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Yoshida, M. Takahashi, T. Ohkawa, and M. Ozaki
2. 発表標題 Three-Dimensional Crystal Orientation of Blue Phase Liquid Crystals on Surfaces
3. 学会等名 22nd Liquid Crystal Conference (LCXXII), 2018 SPIE Annual Symposium on Optics and Photonics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroyuki Yoshida, SeongYong Cho, Masaru Ono, and Masanori Ozaki
2. 発表標題 Transparent Holographic Optical Element with Visible Playback Using Cholesteric Liquid Crystals
3. 学会等名 18th International Meeting on Information Display (IMID2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M. Ozaki, S. Cho, M. Ono, and H. Yoshida
2. 発表標題 Transparent holographic optical elements using cholesteric liquid crystals
3. 学会等名 XXII Conference on Liquid Crystals Chemistry, Physics and Applications (CLC ' 2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M.Ozaki, SeongYong Cho, J.Kobashi and H. Yoshida
2. 発表標題 Transparent and Functional Hologram based on Patterned Cholesteric Liquid Crystal
3. 学会等名 7th Workshop on Liquid Crystals for Photonics (WLCP 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Koki Imamura, Yuto Iwata, Hiroyuki Yoshida, and Masanori Ozaki
2. 発表標題 Electro-optic properties of polymerized cholesteric liquid crystal microparticles in liquid crystal hosts
3. 学会等名 7th Workshop on Liquid Crystals for Photonics (WLCP 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masanori Ozaki and Hiroyuki Yoshida
2. 発表標題 Metasurface based on Self-organized Helical Nano-structure with Patterned Helix Phase
3. 学会等名 Global Nanophotonics 2018 (GNP2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H.Yoshida, M. Ono, Y. Tsuboi, Z. Fan, and M. Ozaki
2. 発表標題 Cholesteric liquid crystals as solution-processable holographic optical elements
3. 学会等名 The 25th International Display Workshops (IDW 2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Koki Imamura, Yuto Iwata, Hiroyuki Yoshida and Masanori Ozaki
2. 発表標題 Translational and rotational motion of liquid crystal microparticles in a nonuniformly aligned nematic host
3. 学会等名 4th Asian Conference on Liquid Crystals (ACLIC 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroyuki Yoshida, Junji Kobashi and Masanori Ozaki
2. 発表標題 Cholesteric liquid crystal diffractive optical elements for optical vortex generation
3. 学会等名 4th International Conference on Optical Angular Momentum (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masanori Ozaki, Junji Kobashi and Hiroyuki Yoshida
2. 発表標題 Freely Controlling Wavefront with Metasurface based on Patterned Helix-Phase of Cholesteric Liquid Crystal
3. 学会等名 The 17th Optics of Liquid Crystals (OLC2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroyuki Yoshida, Junji Kobashi, SeongYong Cho, Masaru Ono, and Masanori Ozaki
2. 発表標題 Double-sided holograms based on the Bragg-Berry effect in soft chiral photonic crystals
3. 学会等名 6th TOYOTA RIKEN International Workshop on Chirality in Soft Matter (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 SeongYong Cho, Hiroyuki Yoshida, and Masanori Ozaki
2. 発表標題 Fully Transparent Hologram Using Photo Patterned Cholesteric Liquid Crystals
3. 学会等名 6th TOYOTA RIKEN International Workshop on Chirality in Soft Matter (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 SeongYong Cho, Masaru Ono, Hiroyuki Yoshida, and Masanori Ozaki
2. 発表標題 Photo-Patterned Cholesteric Liquid Crystals for Transparent Hologram
3. 学会等名 Global Nanophotonics 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 吉田浩之、小橋淳二、毛利文律、尾崎雅則
2. 発表標題 パターン配向液晶を用いた非対称な反射型回折光学素子
3. 学会等名 第78回応用物理学会秋季学術講演会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 吉田浩之、毛利文律、小橋淳二、小野優、尾崎雅則
2. 発表標題 パターン配向したコレステリック液晶を用いた選択反射型大偏向素子
3. 学会等名 2017年日本液晶学会討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小野 優、小橋 淳二、趙 成龍、毛利 文律、吉田 浩之、尾崎 雅則
2. 発表標題 パターン配向したコレステリック液晶を用いた反射型ホログラム素子の作製
3. 学会等名 電気関係学会関西連合大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 SeongYong Cho, Masaru Ono, Hiroyuki Yoshida and Masanori Ozaki
2. 発表標題 Transparent hologram based on photo-patterned cholesteric liquid crystals
3. 学会等名 第65回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroyuki Yoshida, Junji Kobashi, Kanta Sunami, Yoshinori Mouri, Tomohiro Ouchi, Koki Imamura and Masanori Ozaki
2. 発表標題 Functionalizing liquid crystals through patterned alignment
3. 学会等名 International Union of Materials Research Society - The 15th International Conference on Advanced Materials (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高橋実咲, 大川拓真, 吉田浩之, 尾崎雅則
2. 発表標題 ねじれ配向セルにおけるブルー相液晶の格子配向に関する研究
3. 学会等名 2017年日本液晶学会討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 角南寛太, 今村弘毅, 大内智弘, 吉田浩之, 尾崎雅則
2. 発表標題 ネマティック液晶の界面配向制御によるループ状欠陥の誘起
3. 学会等名 2017年日本液晶学会討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小野 優, 前田恭孝, 小橋淳二, 吉田浩之, 尾崎雅則
2. 発表標題 高分子 / ネマティック液晶複合材料における異方的散乱特性に関する研究
3. 学会等名 2017年日本液晶学会討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大内智弘, 角南寛太, 今村弘毅, 吉田浩之, 尾崎雅則
2. 発表標題 界面配向制御によりコレステリック液晶中に誘起した線欠陥形状の温度依存性に関する研究
3. 学会等名 2017年日本液晶学会討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高橋実咲, 大川拓真, 吉田浩之, 尾崎雅則
2. 発表標題 一様配向およびねじれ配向セルにおけるブルー相液晶の格子配向に関する研究
3. 学会等名 第7回ソフトマター研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Koki Imamura, Hiroyuki Yoshida and Masanori Ozaki
2. 発表標題 Complex rotational motion of liquid crystalline microparticles in nematic liquid crystals
3. 学会等名 6th Toyota Riken International Workshop on Chirality in Soft Matter (国際学会)
4. 発表年 2017年



1. 発表者名 大内智弘, 今村弘毅, 角南寛太, 吉田浩之, 尾崎雅則
2. 発表標題 界面配向制御によりネマティック液晶中に生じるウォール欠陥の生成と安定化
3. 学会等名 2018年日本液晶学会討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大内智弘, 今村弘毅, 角南寛太, 吉田浩之, 尾崎雅則
2. 発表標題 界面配向制御を用いたウォール欠陥の生成と安定化
3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋実咲, 趙 成龍, 吉田浩之, 尾崎雅則
2. 発表標題 電界印加による螺旋解消状態から形成したブルー相を用いた反射型ホログラム素子の作製
3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroyuki Yoshida, Koki Imamura, Yuto Iwata and Masanori Ozaki
2. 発表標題 Electro-mechanical modulation of light in liquid crystals
3. 学会等名 4th Asian Conference on Liquid Crystals (ACLIC 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroyuki Yoshida, Tomohiro Uchi, Koki Imamura and Masanori Ozaki
2. 発表標題 Stabilization of wall defects through orientation control in a nematic liquid crystal
3. 学会等名 4th Asian Conference on Liquid Crystals (ACLCL 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 尾崎良太郎, 橋村俊祐, 弓達新治, 門脇一則, 吉田浩之, 尾崎雅則
2. 発表標題 コレステリックBragg-Berry偏向素子のストップバンドの解析
3. 学会等名 第66回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 SeongYong Cho, Masaru Ono, Hiroyuki Yoshida and Masanori Ozaki
2. 発表標題 Transparent computer-generated hologram based on photo-patterned cholesteric liquid crystals
3. 学会等名 OPIC 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masanori Ozaki and Hiroyuki Yoshida
2. 発表標題 Controlling reflected light based on cholesteric liquid crystals
3. 学会等名 41st Photonics & Electromagnetics Research Symposium (PIERS 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西川朋紘, 大内智弘, 吉田浩之, 尾崎雅則
2. 発表標題 ネマティック液晶中に誘起されたリバースツイスト欠陥の光減衰機構
3. 学会等名 2019年日本液晶学会討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 橋村俊祐, 弓達新治, 尾崎良太郎, 門脇一則, 吉田浩之, 尾崎雅則,
2. 発表標題 FDTD法によるコレステリックBragg-Berry偏向素子の反射帯域幅の角度依存性の解析
3. 学会等名 2019年日本液晶学会討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masanori Ozaki, Koki Imamura and Hiroyuki Yoshida
2. 発表標題 Giant light deflection based on electromechanical modulation of cholesteric liquid crystal micro-disc in nonuniform nematic elastic field
3. 学会等名 18th edition of Optics of Liquid Crystals (OLC 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉田浩之, 趙 成龍, 尾崎雅則
2. 発表標題 コレステリック液晶を用いた透明な導波路ホログラム
3. 学会等名 第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroyuki Yoshida, SeongYong Cho, Yuto Tsuboi, Yuji Tsukamoto and Masanori Ozaki
2. 発表標題 Fundamentals and applications of liquid crystal-based, polarization-dependent diffractive optics fundamentals and applications of liquid crystal-based, polarization-dependent diffractive optics
3. 学会等名 The 26th International Display Workshops (IDW 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 SeongYong Cho, Hiroyuki Yoshida and Masanori Ozaki
2. 発表標題 Photo-patterned cholesteric liquid crystals for transparent computer-generated waveguide holography with visible playback capability
3. 学会等名 The 26th International Display Workshops (IDW 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 SeongYong Cho, Hiroyuki Yoshida and Masanori Ozaki
2. 発表標題 Transparent computer-generated waveguide hologram based on a photo-patterned cholesteric liquid crystal
3. 学会等名 2019年度日本光学会年次学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 塚本脩仁, 吉田浩之, 尾崎雅則
2. 発表標題 ねじれネマティック液晶型ベリ一位相回折素子における回折効率のねじれ角依存性に関する研究
3. 学会等名 2019年度日本光学会年次学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masanori Ozaki
2. 発表標題 Transparent hologram based on patterned cholesteric liquid crystal with self-organized helical nano-structure
3. 学会等名 Global Nanophotonics 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masanori Ozaki, SeongYong Cho and Hiroyuki Yoshida
2. 発表標題 Lattice orientation control of cholesteric blue phase and its hologram application
3. 学会等名 SPIE Optics and Photonics, Liquid Crystals XX (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西川朋紘, 吉田浩之, 尾崎雅則
2. 発表標題 コレステリック液晶を用いた光学回折素子の回折特性シミュレーション
3. 学会等名 応用物理学会関西支部 2019年度第3回支部講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 塚本脩仁, 吉田浩之, 尾崎雅則
2. 発表標題 ねじれネマティック液晶積層型回折光学素子におけるベリー位相の線形性解析
3. 学会等名 応用物理学会関西支部 2019年度第3回支部講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 SeongYong Cho, Hiroyuki Yoshida and Masanori Ozaki
2. 発表標題 Directional lasing emission based on self-organized photonic crystals with helical nanostructures
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岩田悠人, 吉田浩之, 尾崎雅則
2. 発表標題 分子配向マイクロ粒子作製における光重合性液晶膜の溶媒に対する安定性評価
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 塚本脩仁, 吉田浩之, 尾崎雅則
2. 発表標題 液晶積層構造による直交円偏光への異なるベリー位相付与
3. 学会等名 2020年日本液晶学会オンライン研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Masanori Ozaki
2. 発表標題 Metasurface based on patterned liquid crystal
3. 学会等名 The 23th International Symposium on Advanced Display Materials and Devices (ADMD 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	藤井 彰彦  (FUJII AKIHIKO)  (80304020)	大阪大学・工学研究科 ・准教授   (14401)	
研究分担者	吉田 浩之  (YOSHIDA Hiroyuki)  (80550045)	大阪大学・工学研究科 ・講師   (14401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------