

フッ素化ダイヤモンドライクカーボン (F-DLC) 膜を用いた液晶垂直配向制御技術の研究  
(農工大院工<sup>1</sup>、理化学研究所<sup>2</sup>)

福場優介<sup>1</sup>、小林知洋<sup>2</sup>、目黒多加志<sup>2</sup>、飯村靖文<sup>1</sup>

The Control of Vertical LC Alignment on Fluorinated Diamond-Like Carbon (F-DLC) Film

Y. Fukuba<sup>1</sup> T. Kobayashi<sup>2</sup> T. Meguro<sup>2</sup> and Y. Iimura<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Technology, Tokyo University of A&T, 2-24-16, Koganei-shi, Tokyo 184-0012, Japan

<sup>2</sup>Riken, 2-1, Wako-shi, Saitama 351-0918, Japan

In order to search alternative vertical LC alignment films to well-known SiO<sub>x</sub> film for a projection display application, we have investigated the LC alignment properties on fluorinated diamond-like carbon (F-DLC) films deposited by a newly developed PBII&D method. The degree of fluorination of a F-DLC film is varied by changing bias DC voltages from 1kV to 5kV and is estimated by XPS and contact angle (surface energy) measurements. While fluorine contents in F-DLC films decrease with increasing the bias voltage, vertical LC alignment is observed on all F-DLC films.

## 1. はじめに

現在、高性能液晶プロジェクタ実現のための必須技術として、強力な光照射に対して高耐性を有する液晶配向制御膜の開発が重要である。そこで従来使用されてきたポリイミド膜に変わる材料として、F-DLC (フッ素化ダイヤモンドライクカーボン) 膜の研究が行われてきた。F-DLC 膜はその高耐光性、低表面エネルギーといった性質から、イオンビーム照射法を用いた垂直配向膜への応用が期待されているが、従来それらの成膜に用いられてきた CVD 法のような成膜法は、成膜後の膜の安定性に欠ける。そこで今回、新たな成膜法として PBII&D 法 (プラズマベースドイオンインプラネーション & デポジション)<sup>[1]</sup>を用いて F-DLC 膜を成膜し、その成膜条件、ならびにこの方法で成膜、作製したセルの配向特性の検討を行った。

## 2. 実験

PBII&D 法を用いて ITO ベタ基板に 2 種類の FDLC 膜を蒸着した。ここで PBII&D 法を簡単に説明する。金属基板ホルダに高周波を印加し、それと同時に基板ホルダ周辺に堆積材料のためのガスを導入する。その結果、ガスが高周波によりプラズマ状態になり、基板ホルダに高電圧の負のパルス印加することで基板ホルダ上に設置された基板に希望の材料を蒸着することができる。膜作製条件は、使用気体: C<sub>6</sub>F<sub>6</sub>、真空度: 10mTorr、RF 電力: 500W とし、DC バイアス電圧を 1kV, 3kV, 5kV とした。また、比較としてフッ素を含まない DLC 膜 (使用気体: C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>、バイアス電圧: 3.0kV) も作製した。液晶の配向に関しては、フッ素量の異なる F-DLC 配向膜を用いてサンドイッチ型液晶セル (セル厚: 10 μm) を作製した。液晶には負の誘電異方性を有する MLC-2038 を用いた。作製した膜の評価として XPS 測定、表面エネルギー測定を行い、液晶セルの評価として偏光

顕微鏡を用いて、オルソスコープ及びコノスコープ観察を行った。

### 3. 結果及び考察

図1は、作製した膜のXPS測定結果より算出した、フッ素と炭素の割合を示す。図より、バイアス電圧が小さいものほど炭素に対するフッ素の割合が大きいことがわかる。これはバイアス電圧の高い膜では、強電界によりイオンの衝突エネルギーが増加し、その結果C-C結合と比較して結合力の弱いC-F結合は破壊され膜中のフッ素濃度が低下したものと考えられる。

図2に表面エネルギー測定結果を示す。この図と上記の結果を合わせると、フッ素濃度が高いほど表面エネルギーが低下することがわかる。また参考として、無機系垂直配向膜 OA-018 の結果も示す。この結果から、今回作製した F-DLC 膜の表面エネルギーは、無機系垂直配向膜 OA-018 の値より小さく、FCK 則に従うと F-DLC 膜上では液晶が垂直配向することが期待できる。

図3は、F-DLC 膜を配向膜として用いた液晶セルの偏光顕微鏡写真を示す。また図中には、同時に測定したコノスコープ像も示す。図(a)はバイアス電圧 1.0kV、(b)は 3.0kV、(c)は 5.0kV、(d)は DLC 膜 (3.0kV) で成膜したものである。図(d)の偏光顕微鏡写真から判るように、通常の DLC 膜上では液晶分子は平行配向していることが判る。一方 F-DLC 膜に関しては、偏光顕微鏡写真およびコノスコープ像の観測より (図(a)、(b)、(c)) すべての F-DLC 膜において液晶分子は垂直配向することがわかった。しかしながら F-DLC 膜においてバイアス電圧の増加に伴い点状の配向欠陥が増加しており、これは蒸着膜に何らかのダメージが発生したためと考えられる。

### 4. まとめ

膜作製時のバイアス電圧の変化により、フッ素含有量の異なる DLC 膜を作製できることを、XPS および表面エネルギーの測定等により確認した。実験結果より、バイアス電圧が低いほど DLC 膜中のフッ素量が増加し、それに伴って膜の表面エネルギーも減少することがわかった。液晶の垂直配向性は低バイアス電圧で作製した F-DLC 膜で向上することが観測され、これは表面エネルギーの減少に起因すると考えられる。

### 5. 参考文献

[1] Y. Nishimura, et al.: Surf. and Coat. Tech., 156 (2002) 50.

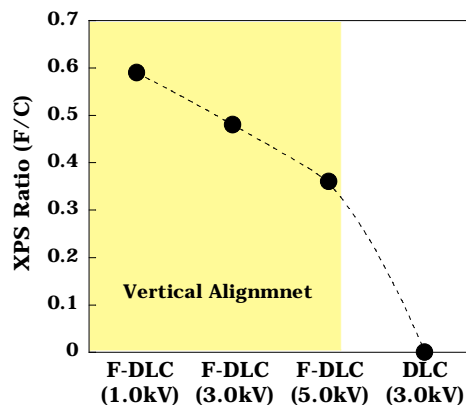


図1. フッ素濃度のバイアス電圧依存

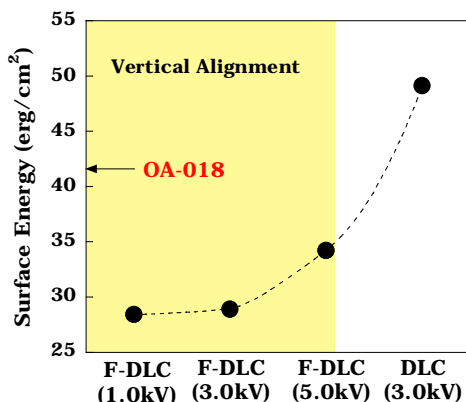


図2. 表面エネルギー測定結果

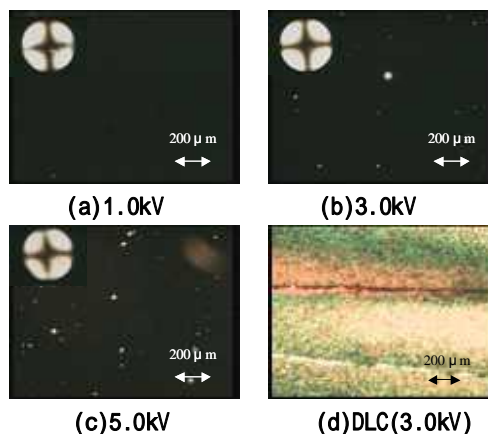


図3. F-DLC セルの顕微鏡写真