

(様式第9 別紙2：公開版)

## 養成技術者の研究・研修成果等

1．養成技術者氏名：望月 博孝

2．養成カリキュラム名：有機ナノ薄膜形成法の確立及び表示デバイス開発

3．養成カリキュラムの達成状況

“有機ナノ薄膜形成法の確立及び表示デバイス開発”を目的として下記4項目の開発要素を実施した。

- A) 真空装置を用いた有機化合物の取扱技術(薄膜作製方法)の習得：色素溶液の真空中直接噴霧法，色素蒸気輸送法，有機スパッタ法など
- B) 上記A)を用いた光波分流が可能なフレキシブル光導波路の開発
- C) 上記A)を用いた多結晶・非晶質相転移を作用原理とする光記録メディアの開発

当初のカリキュラムでは表示デバイスの基礎となる薄膜作製技術の取得であり、それに関しては色素蒸気輸送法についての十分な業績に裏付けされている通り、目標は十二分に達成された。新規なEL材料についても開発しており、材料点でもカリキュラム通りと言えるであろう。欲を言えば、材料・プロセス以外のプロトタイプ作製が行えれば良かった。

4．成果

4 - 1．真空装置を用いた有機化合物の取扱技術(薄膜作製方法)の習得：色素溶液の真空中直接噴霧法，色素蒸気輸送法，有機スパッタ法など

現在の有機デバイスでは極めて薄い膜をナノメートルオーダーで制御する必要がある。特に有機低分子の場合には結晶性が強いので、高分子薄膜の生成方法であるスピコート法、キャスト法やブレドコーター法では製膜が不可能である。しかしながら、真空プロセスを利用すれば上記の有機低分子の薄膜を作製することが可能であり、かつナノメートルオーダーの膜厚制御も問題ない。また真空を用いた薄膜作製プロセスは真空蒸着法が主流であり、これ以外の方法は提案されていない。そこで本カリキュラムの目的の一つとして、真空のプロセスを用いた新たな高分子薄膜もしくは高分子表面改質法を提案することを挙げる。まず、既存の真空プロセスを用いた方法の取得が必要条件であるので、真空蒸着装置を用いEL素子などを作製した。次に色素溶液の真空中直接噴霧法(スプレー法)、色素蒸気輸送法に展開した。なかでも色素蒸気輸送法は製膜法の範疇には入らないが、高分子の表面改質法としては潜在的に優れていると考えている。これを用いた成果については下記に示す。

4 - 2．上記4 - 1を用いた光波分流が可能なフレキシブル光導波路の開発

光導波路や光ファイバーなどの光伝送媒体は光の時代の根幹をなすパーツであり、多く研究機関の研究対象となっている。現在これらの作製方法はリアクティブイオンエッチング(RIE)などの半導体プロセスや界面ゲル化重合法などの重合プロセスを介在しているため、より安価・簡便な作製プロセスが望まれている一方で、比較的高価であるという課題を有していた。そこで光伝送媒体の作製プロセスに前記に色素蒸気輸送法を適応した。ここでは有機高分子系光ファイバー材料で

あるPMMAを用いた。すなわちPMMAロッドの周りに色素蒸気輸送法により、屈折率がPMMAより低いフッ素系低分子化合物を浸透させることにより、外周部は未浸透の内部よりも屈折率が低いクラッドとして働き、このフッ素系低分子が浸透したPMMAロッドは光伝送媒体として機能することが確認できた。さらに、処理温度と処理時間を変えることによってクラッドの屈折率が制御可能であることを見出した。

#### 4 - 3 . 上記4 - 1 を用いた多結晶・非晶質相転移を作用原理とする光記録メディアの開発

多くの高分子材料は非晶質性であり、この非晶質は熱力学的に非平衡状態にあるので、安定な結晶状態に比べ不安定状態であるといえる。高分子材料の中でもポリカーボネートは安定な非晶質性を示し、これに基づく優れた透明性を有しており、光学部品やマトリックス材料として広く用いられている。私はこの色素蒸気輸送法を用いて、ポリカーボネートを簡単に結晶化させられることを見出した。

#### 5 . 成果の対外的発表等

( 1 ) 論文発表 ( 論文掲載済、または査読済を対象。 )

1. Simple Fabrication of Optical Transportation Media Using a Vacuum Transportation Technique  
Hiroyuki Mochizuki, Toshiko Mizokuro, Noritaka Yamamoto, Nobutaka Tanigaki, Takashi Hiraga, Norio Tanaka  
*Jpn. J. Appl. Phys.*, **2003**, 42, L613
2. Crystallization of Bisphenol-A Polycarbonate by Using Vapor Transportation Methods  
Hiroyuki Mochizuki, Toshiko Mizokuro, Nobutaka Tanigaki, Takashi Hiraga, Norio Tanaka  
*Polym. J.*, **2003**, 35, 535
3. Addition of Functional Characteristics of Organic Photochromic Dye to Nano-Structures by Selective Doping On a Polymer Surface  
Toshiko Mizokuro, Hiroyuki Mochizuki, Mo Xiaoliang, Shin Horiuchi, Norio Tanaka, Takashi Hiraga, Nobutaka Tanigaki  
*Jpn. J. Appl. Phys.*, **2003**, 42, L983
4. Near-Field Optical Microscope Observation of Dye-Containing Nano-Domains  
Noritaka Yamamoto, Toshiko Mizokuro, Hiroyuki Mochizuki, Shin Horiuchi, T. Hayakawa, Takashi Hiraga  
*J. Microscopy*, **2004**, 213, 135
5. Condition Leading to the Formation of Polymer Thin Films with Densely Dispersed Organic Dyes Using "Vapor Transportation Method" with Vacuum Technique  
Toshiko Mizokuro, Hiroyuki Mochizuki, Noritaka Yamamoto, Norio Tanaka, Shin Horiuchi, Takashi Hiraga  
*Proc. of SPIE*, **2003**, 4991, 333
6. A Novel Fabrication Method of an Optical Transportation Medium Using Vapor Transportation Technique  
Hiroyuki Mochizuki, Toshiko Mizokuro, Noritaka Yamamoto, Nobutaka Tanigaki, Takashi Hiraga  
*J. Photo. Polym. Sci. Tech.*, **2003**, 16, 199
7. A Formation of Organic Rewritable Optical Memory Media Using the Vapor Transportation Method  
Toshiko Mizokuro, Hiroyuki Mochizuki, Noritaka Yamamoto, Norio Tanaka, Shin Horiuchi, Nobutaka Tanigaki,

Takashi Hiraga, Norio Tanaka  
*J. Photo. Polym. Sci. Tech.*, **2003**, 16, 195

8. Novel formation method of opto-electric devices by using vacuum process  
XiaoLiang Mo, Toshiko Mizokuro, Hiroyuki Mochizuki, Nobutaka Tanigaki, Takashi Hiraga,  
*Transactions of the Materials Research Society of Japan*, **2004**, 29, 237
9. Preparation of Smooth Polymer Thin Film Using Spray Method under Vacuum  
XiaoLiang Mo, Toshiko Mizokuro, Hiroyuki Mochizuki, Nobutaka Tanigaki, Takashi Hiraga,  
*Jpn. J. Appl. Phys.*, **2004**, 43, 307

( 2 ) 口頭発表 ( 発表済を対象。 )

- 1) 望月博孝・溝黒登志子・谷垣宣孝・平賀隆・田中教雄, 色素蒸気輸送法を用いた高分子の物性制御・デバイス化 : IV . 共役高分子ドーピング, 第 5 2 回高分子年次大会, 2 0 0 3 年 5 月
- 2) 望月博孝・溝黒登志子・谷垣宣孝・平賀隆・山本典孝, 色素蒸気輸送法を用いた高分子の物性制御・デバイス化 : III . 色素浸透導波路, 第 5 2 回高分子年次大会, 2 0 0 3 年 5 月
- 3) 望月博孝・溝黒登志子・山本典孝・谷垣宣孝・平賀隆, 色素蒸気輸送法による有機材料の特性制御と応用・展開, 日本真空協会関西支部講演会, 2 0 0 3 年 5 月
- 4) 山本典孝・寺崎正・谷川英夫・谷垣宣孝・望月博孝・平賀隆, 近接場光学顕微鏡によるホログラム記録用フォトポリマーの評価, ナノ学会創立大会, 2 0 0 3 年 5 月
- 5) 望月博孝・溝黒登志子・山本典孝・谷垣宣孝・平賀隆, 色素蒸気輸送法を用いたアクティブ光導波路の作製, 第 6 4 回応用物理学会学術講演会, 2 0 0 3 年 8 月
- 6) 谷垣宣孝・望月博孝・溝黒登志子・山本典孝・寺崎正・莫曉亮・大谷和男・平賀隆, 色素蒸気輸送法によるペリレン系色素ドーブ高分子薄膜の太陽電池の作製第 6 4 回応用物理学会学術講演会, 2 0 0 3 年 8 月
- 7) 山本典孝・谷川英夫・望月博孝・谷垣宣孝・平賀隆・松尾孝, 近接場光学顕微鏡によるホログラム記録用フォトポリマーの観察, 第 6 4 回応用物理学会学術講演会, 2 0 0 3 年 8 月
- 8) 望月博孝・谷垣宣孝・溝黒登志子・山本典孝・寺崎正・莫曉亮・大谷和男・平賀隆, 色素蒸気輸送法による薄膜太陽電池の作製, 第 5 2 回高分子討論会, 2 0 0 3 年 9 月
- 9) 望月博孝・溝黒登志子・谷垣宣孝・平賀隆, 色素蒸気輸送法を用いた高分子の物性制御・デバイス化 : V , P P V の高機能化, 第 5 2 回高分子討論会, 2 0 0 3 年 9 月
- 10) 溝黒登志子・望月博孝・莫曉亮・堀内伸・小林厚子・田和圭子・谷垣宣孝・平賀隆, 色素蒸気輸送法を用いた高分子の物性制御・デバイス化 : VI , フォトクロミック機能の付加, 第 5 2 回高分子討論会, 2 0 0 3 年 9 月

11) 望月博孝・溝黒登志子・山本典孝・谷垣宣孝・平賀隆，同一単色光による書込・消去が可能なメディア，第51回応用物理学関係連合講演会，2004年3月

(3) 特許等の出願件数：3件