

有機ホールバーニング材料を用いた波長多重ホログラム記録

吉 村 求

情報化社会の進展で、2次元および3次元画像情報を直接記憶できる大容量・超高密度画像情報記憶素子が望まれている。この要望を実現するものとして、フォトケミカルホールバーニング (PHB) 材料が期待されている。PHB現象は、色素の吸収スペクトルに吸収のへこみ (ホール) を生成させ、異なる波長のところに生成させた複数のホールによる波長多重のホログラム記録を可能とする。波長多重 PHB ホログラム記録は Wild らが最初に報告しており¹⁾、再書き込みおよび実時間での記録再生が可能である。ここでは、筆者らが最近行った有機 PHB 材料を用いた波長多重ホログラムの研究の一端を紹介する。

1. PHBの原理と PHB ホログラム

有機 PHB 材料はキャスト法で作成し、色素はアモルファスなポリマー中に均一に分散している。色素全体の吸収スペクトルは、色素とポリマーとの相互作用の違いに依存して、共鳴吸収波長がわずかず異なる多くの均一吸収帯 (Γ_h) が重なった不均一吸収スペクトル帯 (Γ_{inh}) となる。この材料を液体ヘリウムのような極低温に保持すると、色素とポリマーとの相互作用が凍結され、各均一吸収帯がそれぞれの波長のところに固定される。ここで、波長 λ_n のレーザー光を照射すれば、その波長に共鳴する色素分子のみが他のエネルギー状態に励起され、波長 λ_n に共鳴する分子数が減少する。その結果、波長 λ_n での吸収が減少し、吸収スペクトルにホールが生成する (図1)。ホールは、照射レーザー光の波長を変化させれば各波長で独立に生成できるので、図1に示すように各ホールに2次元あるいは3次元画像を記録した波長多重ホログラムが作製できる。多重記録できる枚数は Γ_{inh} と Γ_h との比で決まる。有機材料では一般に Γ_{inh} が大きくなり、サンプルの温度に大きく依存するが最大1万枚が可能といわれている。また、大面積化が容易であり高解像度なホログラム記録が期待される。

2. 有機 PHB ホログラム材料

筆者らは、色素としてアントラキノン系色素とポルフィリン系色素を、ポリマーとしてポリ2-ヒドロキシエチルメタクリレート (PHEMA) と PVB を用いた。図2に色素の代表例の4-アミノ-2,6-ビス(4-ブチルフェノキシ)-1,5-ジヒドロキシアントラキノン (ABDAQ) とテトラフェニルポルフィリン (TPP) および、ポリマーの PHEMA と PVB の分子構造を示す。

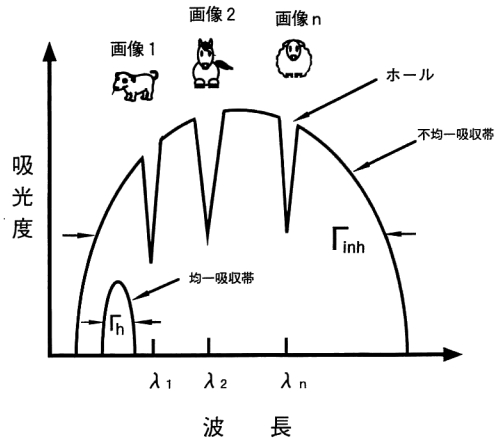


図1 PHB と波長多重 PHB ホログラムの原理。

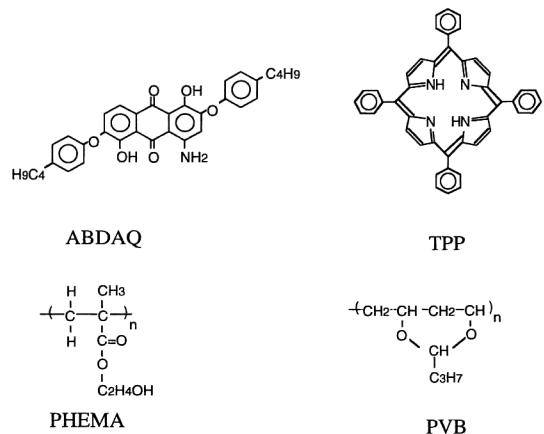


図2 有機 PHB ホログラム材料の一例。

三菱電機(株)先端技術総合研究所 (〒661 尼崎市塚口本町 8-1-1)

E-mail: yoshi@bio.crl.melco.co.jp

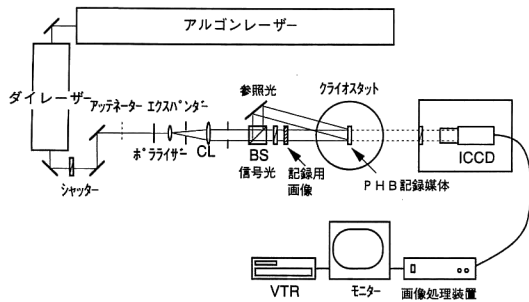


図3 波長多重 PHB ホログラム記録の実験系。

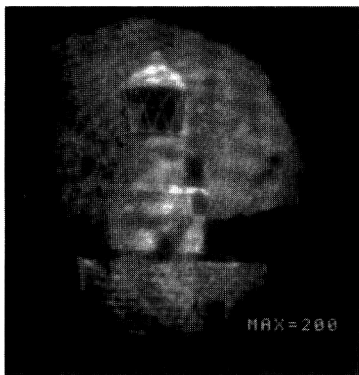


図4 2次元画像の PHB ホログラム多重記録再生の例 (灯台)。

3. 波長多重 PHB ホログラムの記録法

図3に示すように、PHB記録媒体はクワイオスタット中で液体ヘリウム温度に保持される。特定波長のレーザー光を発振させ、ビームスプリッターで2分割し、一方を参照光、他方は記録すべき被写体を通した信号光として、それぞれを PHB 記録媒体上で干渉させホログラム記録を行う。被写体が2次元のときは信号光は一般に被写体の透過光を、3次元立体像のときには被写体からの散乱光を用いる。記録画像の再生は、参照光(再生光)のみを PHB 記録媒体に照射し、波長を変化させて、各波長で記録された画像を逐一再生した。

4. PHB ホログラム多重記録の結果

検討した材料系のうち、ABDAQ/PHEMA、ABDAQ/PVB系では、575~605 nmの波長範囲で^{2,3)}、TPP/PVB系では、636~653 nmの波長範囲で⁴⁾、記録可能であった。各系とも少なくとも数百多重の波長多重記録が可能であることが示され、回折効率は TPP/



図5 3次元立体像の PHB ホログラム多重記録再生の例 (女性の人形の顔)。

PVB系で0.3%であった⁴⁾。TPP/PVB系で多重記録再生した一例を示す。図4は2次元画像(灯台)の再生像、図5は3次元立体像(女性の人形の顔)の再生像である⁴⁾。3次元立体像を PHB で波長多重記録再生した結果はこれまで報告されておらず、筆者らの知る限りでは、今回の報告が初めてである。

以上、筆者らの最近の研究の一端を紹介し、2次元および3次元画像が PHB で、少なくとも数百多重のホログラム記録が可能なることを示した。なお、Wildらは記録レーザー光の波長掃引と位相掃引とを同時に行う新しい技法を用いて、6000多重の PHB ホログラム記録を報告している⁵⁾。彼らは、電場次元での多重記録をも利用し、記録した画像間の演算を行い、分子演算の概念も提案しており、今後の新しい技術展開が期待される⁶⁾。

文 献

- 1) A. Renn and U. P. Wild: *Appl. Opt.*, **26** (1987) 4040-4042.
- 2) 柳生英治, 西村哲也, 吉村 求: 信学技報, **EID93-87, HC93-54** (1993) 1-5.
- 3) E. Yagyū, T. Nishimura and M. Yoshimura: *Tech. Dig. on Spectral Hole-Burning and Related Spectroscopies: Science and Applications*, Washington, D. C. (1994); *Opt. Soc. Am.*, **15** (1994) pp. 250-252.
- 4) E. Yagyū and M. Yoshimura: "Practical holography and holographic materials," *Proc. SPIE*, **3011** (1997) 333-342.
- 5) E. S. Maniloff, S. B. Altner, S. B. Bernet, F. R. Graf, A. Renn and U. P. Wild: *Appl. Opt.*, **34** (1995) 4140-4148.
- 6) H. Muschenborn and U. P. Wild: *Optoelectron. Devices Technol.*, **10** (1995) 311-332.

(1997年3月11日受理)