

## 功能复合光学薄膜的制备及光学性能研究

唐福龙 干福熹

(中国科学院上海光学精密机械研究所, 上海 201800)

0484.1  
0484.41

⑨

**A** 摘要 研究了溶胶-凝胶法和 spin coating 工艺制备染料/ORMOSIL、染料/聚合物薄膜的制备工艺、结构、光学性质及光存储性能及其相互关系。研究表明, Pr<sub>4</sub>VOPc(四丙基取代钒氧酞菁)-PMMA-四氯乙烷溶液和菁染料-PVA(聚乙烯醇)-二丙酮醇溶液都为牛顿型液体。IP12-D101-PVA 薄膜获得了 58dB 的载噪比 CNR, 记录过程中, 载波信号强度  $C$ 、CNR 和记录前后薄膜反射率变化  $\Delta R$  的对数存在线性关系。四个丙基的引入加大了 VOPc(钒氧酞菁)分子的体积, 增强了空间阻碍效应, 使得 Pr<sub>4</sub>VOPc 分子的变化行为和光学、光谱性质发生一系列较大变化。

关键词: 复合功能薄膜; 菁染料; 酞菁染料; 光学性质; 光存储性能

## 1 引言

在光盘存储技术的研究开发中, 开拓性能优异的光存储介质一直是关键和核心, 世界各大公司的研究机构都投入大量人力和物力进行研究开发。有机功能染料作为光盘存储记录介质具有许多无机光存储材料所不具备的优点, 已成为研究开发的热点。到目前为止, 研究得最多的两种有机染料是作为一次写入用的酞菁染料<sup>[1-3]</sup>和菁染料<sup>[4-6]</sup>。但这两种染料都还存在不少问题, 对菁染料而言, 尽管吸光度和反射率理想, 但其长期稳定性较差, 难以长期保存记录数据, 多次读出后性能退化较严重; 对酞菁染料而言, 尽管稳定性较好, 但吸收波长和记录激光波长不匹配, 溶解性差, 难以实现工业化连续生产。解决菁染料的稳定性和提高酞菁染料溶解度, 是当今光盘存储领域一个急切而艰巨的任务。

菁染料和酞菁染料结构的多样性及可调整性为对它们进行改性提供了可能, 合成分子结构稳定、综合性能优良的染料是解决有机光存储染料存在问题的主要途径<sup>[2,4]</sup>; 同时, 研究也表明使用某些性能优异的分散介质和稳定剂与光存储染料一起成膜, 可以极大地提高光存储染料的稳定性和成膜性能, 这也是一条解决光存储染料现存问题的有效途径<sup>[5,6]</sup>。

我们和中国科学院感光化学研究所、华东理工大学合作, 合成出结构稳定的菁染料 IP12 和 D101, 以及溶解度极高的四丙基取代钒氧酞菁 Pr<sub>4</sub>VOPc。并研究了溶胶-凝胶法和 spin coating 工艺制备 Pr<sub>4</sub>VOPc-ORMOSIL、Pr<sub>4</sub>VOPc-PMMA 和菁-PVA 薄膜的制备工艺、结构、光学性质和光存储性能及其相互关系。本文报道我们的研究结果, 并对之进行讨论。

收稿日期: 1996年8月1日

## 2 实 验

### 2.1 薄膜制备及处理

$\text{Pr}_4\text{VOPc}$  在四氯化碳中的溶解度达到 20 mg/ml; 编号为 IP12 和 D101 的菁染料母核结构为吡啶, 这是一类稳定性较好的菁染料, 它们在醇溶液中溶解性极好。

分别将  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$ 、IP12 和 D101 染料粉末溶于四氯化碳和二丙酮醇溶液中, 完全溶解后加入聚合物 PMMA 和 PVA, 过滤得染料/聚合物薄膜前趋旋涂溶液。将溶解在四氯化碳中的  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$  加入到由正硅酸乙酯、 $\gamma$ -缩水甘油醚基三甲基硅烷和二甲基硅烷水解得到的溶胶中<sup>[7]</sup>, 过滤得酞菁/ORMOSIL 薄膜前驱旋涂溶胶。所得溶液(胶)用 spin coating 工艺成膜, 薄膜厚度通过旋涂时间和转速及溶液浓度来调整。所用基片为  $\phi 30 \times 1.2$  mm 的 K9 玻璃和带预刻槽的符合 ISO 标准的  $\phi 120$  mm PC 盘基。镀膜时环境温度为 20℃, 相对湿度为 20%。

另外, 还用物理气相沉积(PVD)法制备了 VOPc 和  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$  薄膜。为了提高薄膜的反射率, 在  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$ -ORMOSIL、 $\text{Pr}_4\text{VOPc}$ -PMMA 薄膜上用 PVD 法镀上了一层铝膜。镀膜时真空度为  $2.7 \times 10^{-3}$  Pa, 温度为 20℃。还用溶液沉积法制备了  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$  薄膜。

对 VOPc、 $\text{Pr}_4\text{VOPc}$  和  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$ -PMMA 薄膜进行了有机溶剂蒸汽处理。方法如下: 薄膜置于离溶剂液面高 5 cm 处, 整个容器密闭, 室温放置。并对这些薄膜进行了热处理: 真空中不同温度下加热不同时间, 冷却后测量光谱。

### 2.2 薄膜光学性质测量

薄膜厚度测量用多光束干涉法和原子力显微镜(AFM)测量。吸收光谱、反射光谱和透射光谱用 Perkin-Elmer Lambda 9UV/VIS/NIR 光谱仪测量, 测量时采用光束正入射, 温度为室温。X 射线衍射光谱用 Rikagu DIMAX-YB 型衍射仪测量, Cu 靶; 测量精度  $2\theta < 0.02^\circ$ 。薄膜光学常数 ( $n, k$ ) 通过其反射率、透射率和厚度之间关系计算得到<sup>[8]</sup>。

薄膜非线性折射率  $n_2$  用  $z$ -扫描方法测量, 实验条件见参考文献[9]。

### 2.3 薄膜光存储性能测量

光盘材料光存储性能测试分为静态和动态性能测试, 这两类性能均用中国科学院光盘联合实验室自行研制的测试装置进行测试<sup>[10,11]</sup>。静态测试用激光波长为 632.8 nm, 动态测试激光波长则有 632.8 nm 和 830 nm 两种, 静态测试用样品直径为 30 mm, 动态测试用样品直径为 120 mm, 槽内(groove)记录。

## 3 结果与讨论

### 3.1 成膜性能

对用 spin coating 工艺由  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$ -PMMA-四氯化碳溶液和 IP12-D101-PVA-二丙酮醇溶液制备出的薄膜, 其厚度  $h$ 、光密度  $A$  和基片转速  $\omega$  之间存在下列关系:

$$h \propto A, \quad h \propto \omega^{-\frac{1}{2}}$$

$A$  和  $h$  存在着良好的线性关系说明薄膜的厚度和成分均匀, 聚合物和染料之间亲合性能良好; 而  $h$  和  $\omega$  之间的这种关系说明这两种溶液均为牛顿型液体, 它们能很方便地用 spin coating 工艺制备出大面积厚度和成分均匀的薄膜。我们使用 spin coating 工艺在符合 ISO 标准、带预刻槽(槽间距 1.6  $\mu\text{m}$ , 槽深 80 nm)、直径为 120 mm 的 PC 基片上制备出 IP12-D101-PVA 薄膜,

AFM 观察表明,薄膜厚度均匀,预刻槽保存完好,能方便地进行写入和读出跟踪,符合光存储要求。

但是,对于  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$ -溶胶系统,用 spin coating 工艺制备的  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$ -ORMOSIL 薄膜的  $h$ 、 $A$  和  $\omega$  之间不存在前面的关系。也就是说,它不是牛顿型液体,难以用 spin coating 工艺制备出大面积均匀的  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$ -ORMOSIL 薄膜。

### 3.2 $\text{Pr}_4\text{VOPc}$ 薄膜的光谱、光学性质

酞菁化合物在可见光区域的 Q 带吸收被强烈地定域于酞菁环内,它对分子所处的环境十分敏感,而酞菁分子周边的取代基对其也有一定影响。固态环境中 VOPc 分子间相互排列方式和作用强度略有差别,使得 VOPc 存在三种不同的相(相 I, I, II)<sup>[12]</sup>,各相的稳定性、光学性质差别很大,相 I 为热力学介稳的非晶相;相 I 为热力学稳定结晶相,在近红外区域( $>780$  nm)有很强的吸收,可通过加热或溶剂蒸汽处理相 I 组成的薄膜得到。一般认为,含烷基取代基的 VOPc 也存在和 VOPc 相似的三相<sup>[13,14]</sup>。

VOPc 分子周边的四个苯环上各引入一个丙基后,其 Q 带的最大吸收峰从 700 nm 红移到 706 nm。高浓度的  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$ -甲仿溶液中  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$  表现出强烈的二聚体吸收( $\lambda_{\text{max}}$  位于 663.7 nm),浓度越高,二聚体吸收越强。不同条件下制备的  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$  薄膜的吸收光谱差别很大,如图 1 所示,溶液沉积法制备的固态薄膜的 Q 带为一宽的扩展吸收带,主吸收峰位于 826.9 nm; PVD 法制备的薄膜的吸收带主峰位于 720 nm,近红外吸收较弱,并不形成吸收带。PVD 法制备的 VOPc 薄膜 Q 带主吸收峰位于 715 nm 处,次强峰位于 820 nm 处,其吸收带明显比同样条件下制备的  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$  薄膜的吸收带宽,近红外吸收也强得多。由于具有强近红外吸收是 VOPc 结晶相 I 的特征,可以认为,溶液沉积的  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$  薄膜和 PVD 法制备的 VOPc 薄膜中有很大一部分酞菁分子转变成了结晶相 I,而  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$  蒸发膜中则几乎不存在结晶相 I。造成这些差别的原因只能是四个丙基的引入,因为四个丙基的引入增大了钒氧酞菁

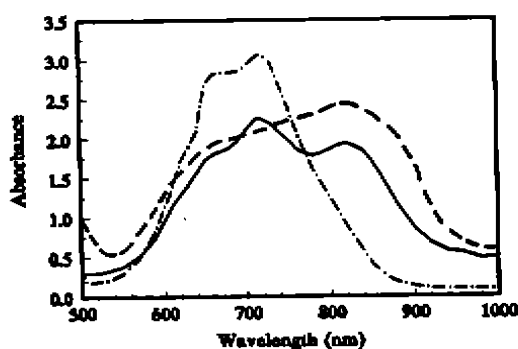


图 1  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$  溶液沉积膜(---)和蒸发膜(— · — · —)及 VOPc 蒸发膜(—)吸收光谱

Fig. 1 Absorption spectra of solution cast solid  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$  film (---), physical vapour deposited  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$  film (— · — · —) and VOPc film (—)

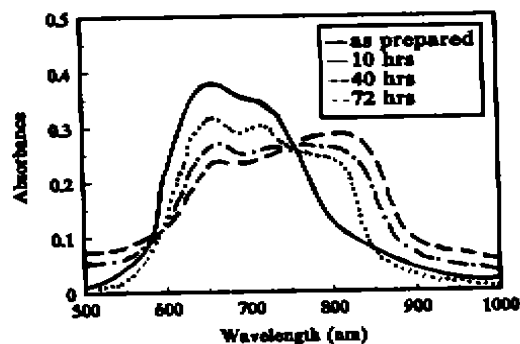


图 2 有机溶剂蒸汽处理过程中  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$ -PMMA 薄膜吸收光谱变化

Fig. 2 Change of absorption spectra of  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$ -PMMA film during solvent vapour treatment.

分子的体积,增强了空间阻碍效应,使得分子发生转动或移动所需的活化能增加,同时,分子体积的增大也使得分子间距离增大,造成分子间相互作用强度降低。这使得同样 PVD 条件下制备的  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$  和  $\text{VOPc}$  薄膜的吸收光谱差别很大。事实上,通过加热  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$  的蒸发膜,可以使其转变成具有强近红外吸收的结晶相 I 薄膜。至于分别用溶液沉积法和 PVD 法制备的  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$  薄膜吸收光谱之间的差别则是由制备条件的差异引起的,用溶液沉积法制膜时,溶剂挥发需要一定时间,溶剂的存在使得  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$  分子有较宽裕的时间和较大的自由度来调整相互间的排列方式,形成热力学稳定的有序排列结晶相 I。而 PVD 法制膜时,基片温度较低,固态环境中分子间相互作用较强,分子没有足够的能量和自由度来调整分子间的相互排列方式,因而只能形成无序态非晶相 I。事实上,PVD 法制备的  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$  薄膜可以通过溶剂蒸汽处理转变成具有强近红外吸收的结晶相 I。但无论是通过热处理还是溶剂蒸汽处理, $\text{Pr}_4\text{VOPc}$  蒸发膜的吸收光谱和  $\text{VOPc}$  薄膜的光谱差别仍很大,这说明四个丙基的引入使分子空间阻碍效应的增强还是比较明显的。

$\text{Pr}_4\text{VOPc}$  在  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$ -PMMA 薄膜和  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$ -ORMOSIL 薄膜中以分子的二聚体吸收为主 ( $\lambda_{\text{max}}=660\text{ nm}$ ),源于单体的吸收峰 ( $\lambda_{\text{max}}=709\text{ nm}$ ) 成为次强峰,无明显近红外吸收,X 射线衍射光谱证实  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$  以非晶态形式存在<sup>[14]</sup>。热处理对其吸收光谱的影响极小,但通过有机溶剂的蒸汽处理后,其近红外吸收很强,Q 带主吸收峰位于  $796\text{ nm}$ (图 2),X 射线衍射光谱中出现明显的衍射峰,说明非晶相 I 已转变成结晶相 I。而这一转变也使得  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$ -PMMA 薄膜的非线性折射率  $n_2$  增加近一倍<sup>[9]</sup>。根据 X 射线衍射光谱,我们认为  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$  结晶态中分子间采用沿  $a$  轴头对头这种分子平面重叠程度最低的排列方式, $\text{Pr}_4\text{VOPc}$  近红外区域吸收的增强和  $n_2$  的增大都和  $\text{Pr}_4\text{VOPc}$  分子的这种有序层状排列结构有关。

### 3.3 IP12-D101-PVA 薄膜的光存储性能

IP12-D101-PVA 薄膜在  $665\text{ nm}$  和  $776\text{ nm}$  存在两吸收峰,在  $830\text{ nm}$  波长处光学常数 ( $n, k$ ) 为  $(2.5, 0.1)$ ,反射高于  $30\%$ ,很适合用作  $830\text{ nm}$  波长处的光记录薄膜。图 3 为 IP12-D101-PVA 薄膜的 CNR 随记录功率的变化,图中不同曲线表示反射率不同(厚度不同)的膜,反射率用记录时动态测试仪反射电平的数值 ( $RL$ ) 来反映,因为在薄膜反射率不太高的情况下,反射电平  $RL$  和薄膜的反射率  $R$  存在线性关系: $RL \propto R$ 。可以看到,这种薄膜很容易获得  $45\text{ dB}$  以上的 CNR,其中,反射电平值为  $0.49\text{ V}$  的光盘获得了高达  $58\text{ dB}$  的 CNR。图 4 为反射电平值为  $0.32\text{ V}$  的光盘在不同线速度下记录时 CNR 随记录功率的变化。记录速度为  $2\text{ m/s}$  的记录条件下得到 CNR 最高, $4.05\text{ m/s}$  的线速度下得到的 CNR 最低,太快和太慢的记录速度都不能得到高的 CNR。仔细分析三条曲线的变化规律,我们认为造成这种情况的原因可能是:菁染料的记录机理是激光烧蚀,烧蚀坑的形状和深度决定着 CNR,只有烧蚀出深度适当、形状规则、边缘光滑的坑才能获得高的 CNR。记录速度太快,记录膜吸收的激光能量太小,烧蚀坑太浅;记录速度太慢,记录膜吸收的激光能量太多,烧蚀坑太深;两种记录条件下都不能得到高的 CNR。 $2\text{ m/s}$  的最佳记录速度表明这类薄膜能用作  $2\times$  速度记录的 CD-R 光盘的记录介质。

仔细分析记录过程中载波信号强度  $C$ 、二次谐波信号强度  $2nd\ Harm.$ 、噪声强度  $Noi.$ 、载噪比 CNR 随激光记录功率的变化规律,可以发现, $C$ 、 $CNR$ 、 $Noi.$  都随记录功率单调变化,而  $2nd\ Harm.$  刚开始时随记录功率的增加而增加,并达到一极大值,随后下降并出现一极小值,然后再增加。并且,伴随着  $2nd\ Harm.$  出现极大、极小值,CNR 出现最大的增长, $2nd\ Harm.$  极大、极小值之后,即使再增加记录功率,CNR 的变化也不大。因此, $2nd\ Harm.$  出现

极大、极小值可能意味着最佳记录功率的出现。

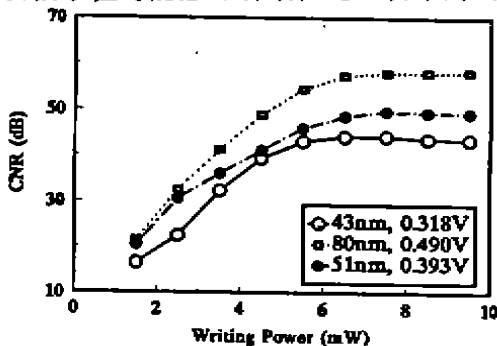


图 3 反射率不同的几种薄膜的 CNR 随记录功率的变化(记录波长 830 nm,载波频率 600 kHz,记录速度 2 m/s)

Fig. 3 Relationship between CNR and writing power for IP12-D101-PVA films with different reflectance(830 nm, 600 kHz, 2m/s)

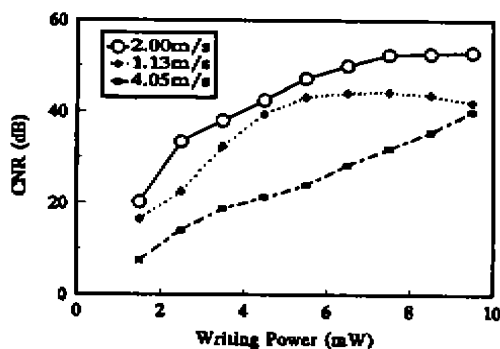


图 4 不同记录速度下记录得到的 CNR 随激光记录功率的变化(记录波长 830 nm,载波频率 600 kHz)

Fig. 4 Change of CNR with writing power under different writing speed(830 nm, 600 kHz)

总结几种厚度和反射率不同的记录膜的 CNR、C 和优化记录功率及记录前后薄膜反射率的变化  $\Delta R$  之间的相互关系后,发现:在一定厚度、反射率范围内,记录性能并不和膜厚及反射率存在直接的关系,只要反射率达到一定幅度,就可以获得 45dB 以上的 CNR。对任一厚度的薄膜,记录过程中 C、CNR 和薄膜反射率(反射电平 RL 反映)变化  $\Delta R$  的对数之间存在直线关系,如图 5 和图 6 所示。而且,在不调整仪器参数的实验条件下,从厚度不同的薄膜得到的直线斜率几乎相同。我们得到的斜率值为: $C \sim \lg(\Delta R)$  为 23.8; $CNR \sim \lg(\Delta RL)$  为 23.3。

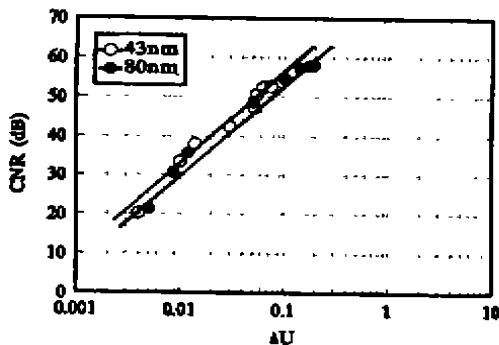


图 5 C 随  $\Delta RL$  变化

Fig. 5 Change of carrier signal level C with  $\Delta R$

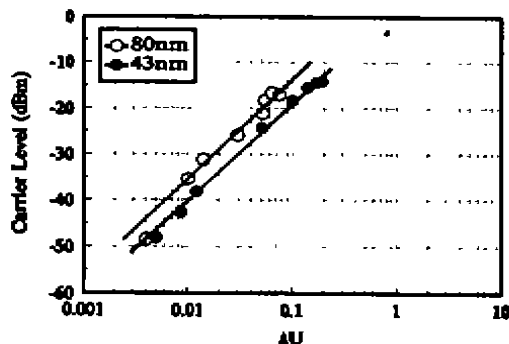


图 6 CNR 随  $\Delta RL$  的变化

Fig. 6 Change of CNR with  $\Delta R$

上面的结果可以用下面的方程来表述:

$$C = A \lg \frac{|\Delta R|}{c}, \quad CNR = B \lg \frac{|\Delta R|}{k}$$

式中 A, B, c 和 k 是与仪器和材料有关的常数。

该薄膜上镀上金膜和保护膜后,置于 75℃、85% 相对湿度的恒温恒湿箱中进行老化实验,

一个月后薄膜反射率无明显变化,说明薄膜的稳定性良好,符合实用化要求。

### 3.4 Pr<sub>4</sub>VOPc 的光存储性能

Pr<sub>4</sub>VOPc-PMMA 薄膜和 Pr<sub>4</sub>VOPc-ORMOSIL 薄膜的光存储性能是用 632.8 nm 波长的激光器进行测试的<sup>[14]</sup>,这是下一代高密度光存储所用的记录波长,因此对 Pr<sub>4</sub>VOPc 的应用是着眼于高密度光存储的。

Pr<sub>4</sub>VOPc-PMMA 薄膜的静态光存储测试显示,其记录能量阈值为 6.6 nJ 左右。动态测试,在读出功率 1 mW,载波频率 600 kHz,转速 1500 rpm 的条件下,写入功率 10 mW 时,CNR 为 30 dB;写入功率 12 mW 时,CNR 为 35 dB;写入功率 10 mW 时,CNR 为 40 dB。从这些数据看,使 Pr<sub>4</sub>VOPc-PMMA 薄膜达到较高的 CNR 所需的记录功率是较高的。

Pr<sub>4</sub>VOPc-ORMOSIL 薄膜的记录能量阈值达 48 nJ 以上。造成 Pr<sub>4</sub>VOPc-ORMOSIL 薄膜记录能量阈值比 Pr<sub>4</sub>VOPc-PMMA 薄膜记录能量阈值高得多的原因是 ORMOSIL 的硬度、光、热稳定性和激光破坏能量阈值比 PMMA 高得多,Pr<sub>4</sub>VOPc 在 Pr<sub>4</sub>VOPc-ORMOSIL 中的浓度比其在 Pr<sub>4</sub>VOPc-PMMA 薄膜中浓度低(这和溶胶-凝胶工艺有关)。酞菁的光记录机理是鼓泡,要使 Pr<sub>4</sub>VOPc-ORMOSIL 薄膜记录时达到和 Pr<sub>4</sub>VOPc-PMMA 薄膜同样反射对比度,也就是说要鼓出同样高度的泡,显然,Pr<sub>4</sub>VOPc-ORMOSIL 薄膜所需的能量比 Pr<sub>4</sub>VOPc-PMMA 薄膜所需的能量要高得多。

## 4 结 论

Pr<sub>4</sub>VOPc-PMMA-四氯乙烷溶液和菁染料-PVA-二丙酮醇溶液都为牛顿型液体,可以用 spin coating 工艺制备出大面积均匀的薄膜。IP12-D101-PVA 薄膜在 830 nm 波长处的光存储性能极佳,可获得 58 dB 的 CNR,记录过程中,载波信号强度 C、CNR 和记录前后薄膜反射率变化  $\Delta R$  的对数存在线性关系。四个丙基的引入增大了 VOPc 分子的体积和空间阻碍效应,使得 Pr<sub>4</sub>VOPc 分子的相变行为和光学、光谱性质发生一系列较大变化。Pr<sub>4</sub>VOPc 在 632.8 nm 波长的光记录能量阈值较高。

### 参 考 文 献

- [1] Japanese Patent, Optical recording medium. JP 05 318, 1993, 930
- [2] Japanese Patent, Optical recording medium. JP 05 238, 1993, 150
- [3] Japanese Patent, Optical recording medium. JP 05 96, 1993, 860
- [4] Japanese Patent, Optical recording medium. JP 05 262, 1993, 41
- [5] U. S. A., Patent, Optical recording medium. U. S. 5,348, 1993, 841
- [6] Japanese Patent, Optical recording medium. JP 05 50, 1993, 758
- [7] F. Tang, F. Gan and C. Zhu, Dye-doped Ormosil Films for Optical Storage Prepared by Sol-gel Process. Proc. SPIE, 1994, 2288, Sol-Gel optics I: 192-197
- [8] T. Luo, W. Zhang and F. Gan, Structure Change of Langmuir-Blodgett Films of Tetrane-Opendoxy Phthalocyanine Zinc During Heat Treatment. Optical Materials., 1992, 1, 267-271
- [9] F. Tang, C. Zhu and F. Gan, Effect of Solvent on Optical Properties of Pr<sub>4</sub>VOPc in Polymethylmethacrylate. J. Appl. Phys., 1995, 78(10), 5884-5887
- [10] 陈仲裕, 何国珍, 相变光盘材料的静态测试装置. 中国激光, 1987, 14(10), 627-531

- [11] 吴忠俊, 陈祥祺, 孙保定, 一种用于测试光盘记录介质特性的弹性支承振动台. 中国激光, 1991, 18(5), 334-338
- [12] C. H. Griffiths, M. S. Walker and P. Goldstein, Polymorphism in Vanadyl Phthalocyanine. *mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 1976, 33, 149-170
- [13] K. Law, Effect of Dye Aggregation on the Photogeneration Efficiency of Organic Photoconductors. *J. Phys. Chem.*, 1988, 92, 4226-4231
- [14] M. Hosoda, T. Wada, T. Yamamoto et al., Enhancement of Third-Order Optical Nonlinearities of Soluble Vanadyl Phthalocyanine in Doped Polymer Films. *J. Jpn. Appl. Phys., Part I*, 1992, 31, 1071-1075
- [15] 唐福龙, 朱从善, 干福熹, 溶剂处理对 Pr:VOPc 染料掺杂聚合物薄膜光谱的影响. 光学学报, 1995, 15(12), 1712-1716
- [16] 唐福龙, 顾冬红, 陈启婴等, 旋涂法制备可溶性酞菁薄膜的光存储性能研究. 中国激光, 1995, 22(11), 853-856

## Study on Preparation, Optical properties and Performances of Function Hybrid Films

Tang Fulong, Gan Fuxi

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Chinese Academy of Sciences  
P. O. Box 800-216, Shanghai 201800)

### Abstract

The preparation procedure, Optical properties and performances of cyanine-polymer films, phthalocyanine-polymer films and phthalocyanine-ormosil (organic modified silicate) films, were studied in this paper. Both of cyanine-PVA (polyvinyl alcohol)-diactone alcohol solution and phthalocyanine-PMMA (polymethyl methacrylate)-tetrachloroethane solution are Newtonian liquid, so large and uniform cyanine-PVA and Phthalocyanine-PMMA films can be obtained by spin-coating process. For IP12-D101-PVA film, 58 dB CNR were obtained at optimum recording condition (2 m/s, 600 kHz, 5.5 mW). Both of  $C$  and  $CNR$  were linearly related to  $\lg$  of reflectance change of the film before and after recording. The introduction of four propyl groups into VOPc molecule has great effect on the phase transition behavior, spectroscopic and optical properties.

**Key words:** Functional hybrid films, Cyanine, Phthalocyanine, Optical property, Optical storage performance

唐福龙 男, 1967年10月生于湖南南县. 工学(无机非金属材料)博士, 从事溶胶-凝胶法合成无机-有机-无机复合材料和光学薄膜制备工艺及其光学、光谱性质和光存储性能研究.