

文章编号: 0258-7025(2003)04-0341-04

菁染料旋涂薄膜的短波长光存储性能研究

耿永友, 顾冬红, 干福熹

(中国科学院上海光学精密机械研究所, 上海 201800)

摘要 利用旋涂法 (spin-coating) 制备了一种新的菁染料薄膜, 并进一步制备成可录型数字多用光盘 (DVD-R), 测试该菁染料溶液和薄膜的吸收光谱, 薄膜的透过、反射光谱, 用椭圆偏振光谱仪测试了薄膜光学常数 n 和 k , 发现薄膜在 630~650 nm 波段内有良好的吸收和反射特性。在 632.8 nm 光盘动、静态测试装置和 650 nm 光盘性能测试仪上测试了以该染料薄膜为记录层介质的 DVD-R 光盘, 结果表明盘片具有良好的光存储性能。

关键词 信息光学; 菁染料; 旋涂法; 薄膜; DVD-R; 光存储性能

中图分类号 O 484; TP 333.4 **文献标识码** A

Optical Performance of a New Cyanine Thin Film for Digital Versatile Disc Recordable

GENG Yong-you, GU Dong-hong, GAN Fu-xi

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, The Chinese Academy of Sciences, Shanghai 201800, China)

Abstract A new cyanine film has been developed by means of spin-coating for digital versatile disc recordable, The absorption spectrum and the complex refractive index of the cyanine thin film were measured, The absorption and reflection properties of the sublimated cyanine film are pretty good at 630~650 nm. The fabricated DVD-R disc has been tested on the static, dynamical optical recording units at the wavelength 632.8 nm and on the DVD-RT650 tester at the wavelength 650 nm. The results of testing show DVD-R discs made of the cyanine dye have good optical recording performance.

Key words information optics; cyanine; spin-coating; film; DVD-R; optical recording performance

1 引 言

20 世纪 90 年代, 以有机染料为记录介质的一次性写入光盘 (CD-R) 技术得到广泛的关注和研究, 并成为最为成功开发的光存储产品^[1], 提高光存储密度和数据传输速率一直是光存储技术发展的方向^[2]。近年来, 可录型数字多用光盘 (DVD-R) 逐渐成为研究的热点, 它与高度商品化的只读型 DVD 光盘 (DVD-ROM) 具有相同存储容量 4.7 GByte (为 CD 和 CD-R 的 7~8 倍) 并且完全兼容, 具有很大的市场潜力, 有望在今后逐渐取代目前使用的 CD-R 产品。在数字多用光盘 (DVD) 系统中采用波长为

630~650 nm 的半导体激光器, 开发适合这一波段的写入和读出存储介质是当前 DVD-R 的主要研究方向之一。

菁染料已成功用作 CD-R 存储介质。菁染料及其衍生物与其他可用作光记录介质的材料相比, 具有吸收波长调谐范围大, 在不腐蚀聚碳酸酯基片的有机溶剂中溶解度大, 能方便地用设备简单、生产效率高、成本低的旋涂法制成薄膜, 可通过添加适当猝灭剂改善长期稳定性差的弱点^[3]。我们选择一种在 630~650 nm 波段内有良好吸收、反射性质的菁染料, 用旋涂法制备该染料的薄膜, 进一步制备

收稿日期: 2002-01-14; 收到修改稿日期: 2002-03-20

作者简介: 耿永友 (1968—), 男, 中国科学院上海光学精密机械研究所高密度光存储实验室副研究员, 硕士, 主要从事高密度可录数字光盘存储材料和制备方法研究。E-mail: yyoug@sh163.net

DVD-R 光盘,研究了薄膜的光谱和在波长 632.8 nm 左右的光存储特性。

2 实 验

菁染料分子的结构式如图 1 所示,将菁染料、稳定剂按一定比例溶于溶解性能良好的四氟丙醇(TFP)中,超声波震荡半小时使染料完全溶解后,用孔径 0.5 μm 和 0.22 μm 微型过滤器进行过滤,得到旋涂溶液。用于光谱和光学常数测试的样品分别使用双面抛光的 K9 玻璃片和单晶硅片为衬底,在室温、晴天条件下在 CHEMAT Spin-coater KW-4A 匀胶机上旋涂一层染料膜。DVD-R 光盘制备用标准的聚碳酸脂(PC)基片,厚度为 0.6 mm,预刻槽间距为 0.8 μm ,槽宽为 0.4 μm ,使用全自动匀胶设备 SOLITEC MODEL 83060-NDB 旋涂一层均匀的染料膜,温度 25 $^{\circ}\text{C}$,湿度 RH 30%,通过溶液的浓度、匀胶时间和转速来控制膜厚,然后溅射加镀银反射层,再用紫外固化方法与另一厚 0.6 mm 的空白基片粘合。

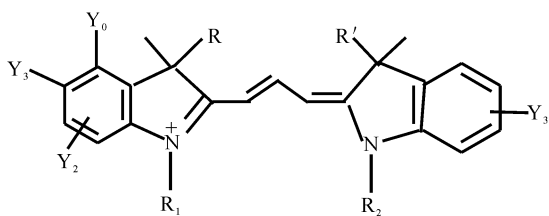


图 1 菁染料分子结构

Fig. 1 Molecular structure of the cyanine dye

菁染料单层薄膜的吸收、反射和透射光谱在室温和正入射条件下,在 Perkin-Elmer lambda 9UV/VIS/NIR 型光谱仪上进行;染料薄膜的光学常数(n 和 k)在复旦大学研制的全自动椭圆偏振光谱仪上测试^[4,5];动、静态测试在中国科学院上海光学精密机械研究所光盘实验室自行研制的设备上,写入、读出激光波长 632.8 nm,其测试原理和方法见文献^[6,7]。空白盘电学性能参数测试在 DVD-RT650 测试仪上完成。

3 结果讨论

3.1 薄膜的光谱性质

溶液和薄膜的吸收光谱如图 2 所示,薄膜光谱的最大吸收峰为 591.0 nm,较溶液的最大吸收峰 561.8 nm 红移 29.2 nm。并且薄膜吸收曲线有一

些展宽,这是由于分子聚集态发生变化,固态下分子间耦合作用增强,引起吸收带 $\pi\pi^*$ 能级分裂,使能级差变小。图 3 为薄膜的透过和反射光谱,薄膜在波长 630~650 nm 范围内反射率大于 30%。用椭圆偏振光谱仪测得薄膜光学常数 n 和 k 曲线(图 4),吸收常数 k 曲线和薄膜吸收光谱一致,在波长 650 nm 处 n 值为 2.2, k 值为 0.023,显示该菁染料有很好的吸收和反射特性。

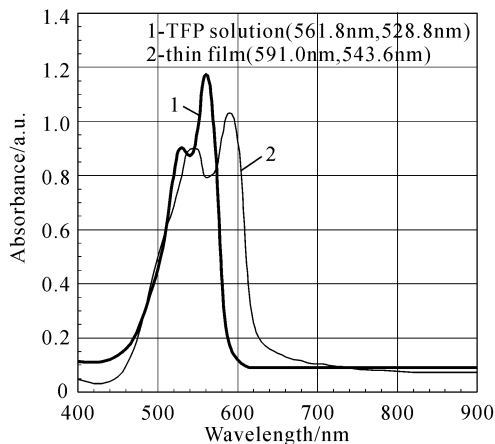


图 2 溶液和薄膜的吸收光谱

Fig. 2 Absorption spectrum of the cyanine dye

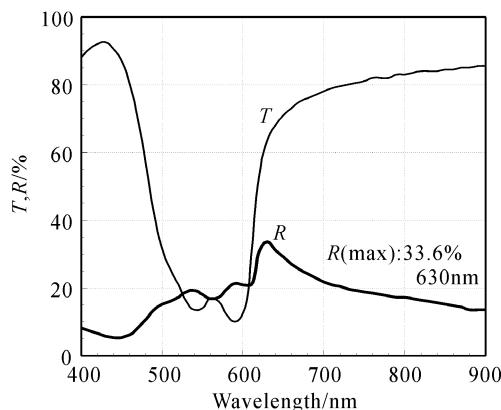


图 3 薄膜的透射和反射光谱

Fig. 3 Transmission and reflection spectrum of the cyanine thin film on K9 glass

3.2 光存储性能

DVD-R 采用光热记录原理,记录层有机染料吸收适量的写入激光束的能量产生分解、漂白,同时盘基在高温下受染料分解气体膨胀形成凹坑,因此读出时读出激光束的反射率信号发生变化,从而实现数据信息的存储^[8~10]。以该菁染料为记录介质的 120 mm DVD-R 光盘静态测试结果如图 5,写入功率为 9 mW 时反射率对比度与写入脉冲宽度的关系

曲线在脉宽 500 ns 时有一个极大值 48%。这与写入激光束的最合适能量相对应,在小于此写入能量

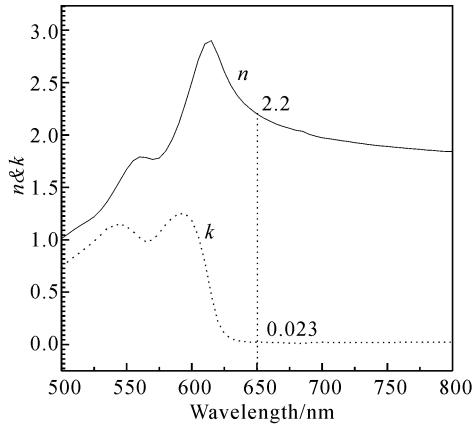


图 4 薄膜的光学常数 n 和 k
Fig. 4 Complex refractive index of the cyanine thin film on silicon wafer

时,写入能量越大,反射率对比度越大;而写入能量大于最佳记录能量时会使记录点严重变形,造成反射率对比度下降,因此在写入能量最佳值前后反射率对比度都会降低,图 6 为动态测试时在一定写入脉宽(200 ns)、写入线速度下,载噪比和写入功率的关系,发现写入线速度太小(1.2 m/s)和太大(4.8 m/s)写入信号的载噪比会变差,这是因为在一定写入功率和脉宽时写入线速度和写入能量成正比,写入能量太小不足以形成有效的记录点形貌,写入能量太大则会破坏记录点。当线速度为 2.4 m/s,起始写入功率为 7 mW,写入功率为 10 mW 时,载噪比 CNR 达到 40 dB。表 1 是该染料 DVD-R 空白盘片在 DVD-RT650 测试仪上电性能参数测试结果,表中最后一栏为 DVD-R 1.0 version 标准,从测试结果可以看出,其主要电性能参数基本达到标准要求。

表 1 空白盘电性能测试结果

Table 1 Test results of the blank disc on DVD-RT650 tester

Item	Value	DVD-R version 1.0 specification	Definition of the item
RHb/%	71.3	45%~85% (PUH with PBS)	Reflectance on the land
RLb/%	68.8		Reflectance in the pregroove
PPb	0.183	0.18~0.36	Push-pull signal magnitude
dPPb/%	12.3	<15%	Variation in push-pull signal magnitude
RC	0.073	>0.05	Radial contrast
LPPb	0.223	0.18±0.04	Land pre-pit signal magnitude
PWP/deg	0.6	±10°	Phase between groove wobble and land pre-pit (-90° as 0)
WOCNRb/dB	37.6	>35 dB	CNR of wobble signal
DEV/mm	0.068 -0.096	Radial direction ±0.80°, tangential direction ±0.30°	Deviation of the face (upper side /low side) of the disc

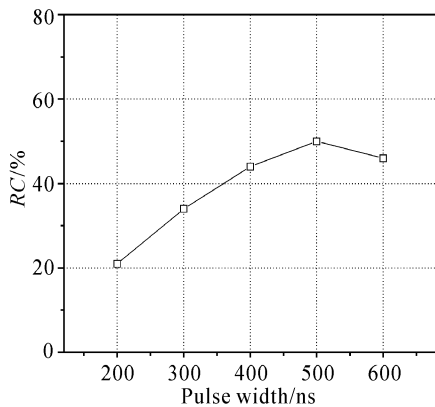


图 5 薄膜反射对比度与写入脉宽关系曲线
Fig. 5 Dependence of reflectance contrast on writing pulse width (writing power 9 mW)

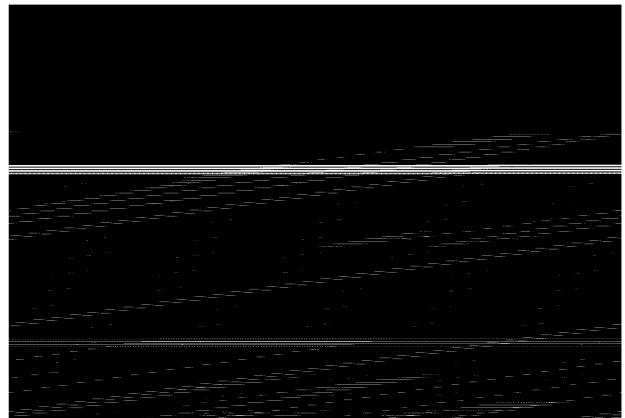


图 6 薄膜的载噪比与写入功率的关系曲线
Fig. 6 Dependence of recorded signal's CNR on the recording power

4 结 论

该菁染料薄膜在 630~650 nm 波长范围有良好的吸收和反射特性,120 mm DVD-R 光盘在较小的写入功率下记录信息可以获得很好的反射率对比度和载噪比。表明该菁染料薄膜可以作为比较理想的 DVD-R 光盘记录层材料。

参 考 文 献

- 1 Emiko Hamada, Yoshikazu Takagishi, Takanori Yoshizawa *et al.*. Ten-year overview and future prospects of write-once organic recordable media [J]. *Jpn. J. Appl. Phys.*, 2000, **39**(Part 1, 2B):785~788
- 2 Gan Fuxi. Development of the high density versatile optical disk (DVD) [J]. *World SCI-TECH R&D* (世界科技研究与发展), 1997, **19**(1):21~24 (in Chinese)
- 3 Shin-ichi Morishima, Koji Wariishi, Yoshio Inagaki *et al.*. A new type of light stabilizer for dye layers of optical disks [J]. *Jpn. J. Appl. Phys.*, 1999, **38**(Part 1, 3B):1634~1637
- 4 Chen Qiying, Gu Donghong, He Zhaoling *et al.*. Optical recording properties of copper phthalocyanine film [J]. *Acta Optica Sinica* (光学学报), 1994, **14**(10):1049~1053 (in Chinese)
- 5 Tang Xiaodong, Tang Fulong, Gu Donghong *et al.*. The optical storage performance of a cyanine film prepared by spin-coating process [C]. *SPIE*, 1997, **3175**:336~339
- 6 Chen Zhongyu, He Guozhen. Set-up for static test of phase transition materials for optical disks [J]. *Chinese J. Lasers* (中国激光), 1987, **14**(10):627~629 (in Chinese)
- 7 Chen Zhongyu, Gan Baihui, Liu Haiqing *et al.*. A instrument for evaluating the static parameters of magneto-optical disk [J]. *Acta Optica Sinica* (光学学报), 1991, **11**(12):1110~1114 (in Chinese)
- 8 E. Hamada, T. Fujii, Y. Takagishi *et al.*. Recording process of recordable compact disc [C]. *SPIE*, 1992, **1663**:443~446
- 9 Toru Fujii, Toshiaki Tajima, Ryo Negishi *et al.*. Approach for high speed recording of 4.7 GB digital versatile disc-recordable [J]. *Jpn. J. Appl. Phys.*, 2000, **39**(2B):779~784
- 10 Young Jae Huh, Jong Sung Kim, Tae Young Nam *et al.*. Deformation effect and recording characteristics of compact disc-recordable [J]. *Jpn. J. Appl. Phys.*, 1997, **36**(1B):403~409