

低 Tg 树脂制备柔性光学扩散膜

张陈华

东莞深圳清华大学研究院创新中心, 广东 东莞 523000

[摘要] 文章研究低 Tg 树脂在光学扩散膜中的应用, 利用低 Tg 树脂制备柔性光学扩散膜, 通过回粘性测试方法测试低 Tg 树脂的固化情况判断其是否适合应用于 PET 薄膜卷材; 小球跌落实验测试其对导光板的保护性能, 同时引入抗静电剂减少静电原因对灰尘的吸附; 测试不同树脂与粒子比例所制得的柔性光学扩散膜, 探索最佳树脂与粒子的最佳比例; 同时通过耐摩擦性能的对比测试验证柔性光学扩散膜的抗划伤性能优于传统光学扩散膜。

[关键词] 低 Tg 树脂; 制备方法; 光学扩散膜

DOI: 10.33142/ec.v2i7.499

中图分类号:

文献标识码: A

Preparation of Flexible Optical Diffusion Film with Low Tg Resin

ZHANG Chenhua

Dongguan Shenzhen Tsinghua University Research Institute Innovation Center, Guangdong Dongguan, 523000 China

Abstract: The paper studies the application of low Tg resin in optical diffusion film, and makes use of low Tg resin to prepare flexible optical diffusion film. the drop test of the ball is used for testing the protection performance of the light guide plate, meanwhile, the antistatic agent is introduced to reduce the adsorption of the static reason to the dust, the flexible optical diffusion film prepared by the proportion of the different resin and the particle is tested, and the optimal proportion of the best resin and the particle is explored; And the scratch resistance of the flexible optical diffusion film is better than that of the conventional optical diffusion film by the comparison test of the friction resistance.

Keywords: Low Tg resin; Preparation method; Optical diffusion film

1 简介

光学扩散膜主要应用于 LCD 模组的背光光源部分^[1], 当光线透过以聚酯膜作为基材的扩散膜时, 由于聚酯薄膜表面存在特殊涂层, 涂层中含有不同折射率的两种或多种成分, 不同折射率的介质会引起光线发生许多反射、折射与散射的现象, 这种现象最终当光线离开聚酯膜时能够使得光线被修正, 使原本的光线形成一个均匀的面光源^[2], 使光辐射面积增大, 降低单位面积的光强度, 形成一个光线均匀且柔和的二次光源。

光学扩散膜的制备方法主要分为两种, 一种是采用湿法精密涂布^[3]制备技术, 将具有光学性能的粒子均匀地分散在树脂中, 利用涂布技术将经过稀释的树脂在基材表面涂布, 在高温条件下烘干并固化树脂, 形成光扩散层, 此方法对精密涂布的要求比较高; 另一种是利用微加工^[4]技术, 利用与聚酯薄膜材料相同的光固化树脂的在聚酯薄膜表面进行微加工, 通过控制固化树脂的含量以及光线的强弱使光固化树脂在聚酯薄膜表面形成微观结构, 这种方法相对而言比较复杂, 工艺要求比较高。

光学膜的关键技术在于涂层技术, 根据涂层在光学薄膜中所起的作用, 可将涂层分为三类, 即装饰涂层、保护层和功能性涂层^[5]。光学扩散膜上的涂层就属于功能型涂层, 光学扩散膜的组成成分^[6]可分为涂布树脂和光学粒子, 涂布树脂的作用为固定微粒, 本身也要求为透明, 不影响光学粒子的光学性能, 并且要适合涂布在聚酯薄膜上。而粒子为需要有一定光学性能的光学粒子, 在光线透过时, 不仅需要满足光线的透过率, 也要满足一定的雾度, 其原理是当光通过直径大于或等于光波长的粒子时, 大部分光会沿前进方向进行散射, 通过的光线被不断地被打散, 最终起到一个匀光的作用, 这一现象被称为米散射^[7]。在聚酯膜上, 作为光散射级的微粒包括无机粒子^[8,9], 如玻璃微珠、二氧化硅、二氧化钛等物质, 以及有机聚合物粒子^[10], 包括 PMMA、PS、硅氧烷等。涂层配方技术、涂布工艺以及涂层固化等技术是目前光学扩散膜制作过程中出现的主要问题。在配方中按主要使用树脂类型来分可分为聚氨酯类、有机硅类和丙烯酸树脂类三种; 涂层固化技术可分为光固化和热固化两大类, 光固化^[11]具有环保, 节能, 高效, 经济, 适应性强等优点, 但是光固化不能使涂层内部完全固化, 从而使涂层与基材界面处粘接强度不够。热固化^[12]技术利用热对涂层中的溶剂进行蒸发, 留下树脂涂布在基材表面, 此方法不会影响涂层强度, 但是生产周期长, 且对于溶剂型配方而言, 对

环境的污染比较大。而在实际生产中则出现了将光固化和热固化技术相结合使用的方法,被称为热/UV 双重固化技术^[13],大大节约生产的时间和产品的质量。

2 研究进展

冯欣然^[14]等通过共混的方法在聚对苯二甲酸乙二醇酯中加入光散射剂制备了 PET 光散射膜,并且利用米散射理论计算粒子的折射率和粒径对光散射的影响,结果表明,粒子粒径的大小对光散射的影响较大,而两种物质的相对折射率对光散射的影响较小。

汤华清^[15]等采用共混的方法将聚硅氧烷微球与 PMMA 粒子进行机械混合,保证 PMMA 粒子含量不变,改变粒子组成中聚硅氧烷散射剂的浓度与粒径,并在聚甲基丙烯酸甲酯基材表面进行涂布,制成扩散膜,对比不同浓度和粒径聚硅氧烷微球对扩散膜的雾度以及透光率的影响,并与理论值模拟值进行对比分析。填充浓度相同时,粒径越大,透过度越大,雾度降低;粒径相同,填充浓度越大,透光率下降,雾度增大;当填充浓度达到 0.6%,涂层厚度为 1 毫米,微球粒径为 5 微米时制得光散射材料雾度和透光率均为较高值的光学扩散薄膜;

Kyomin Shin 等利用乳液聚合的方法制备了表面具有双键结构的甲基丙烯酸甲酯与 3-三甲氧基丙脂的共聚物的混合颗粒,这些粒径不同的微米级别的颗粒混合物制成的光学薄膜具有独特的光扩散行为,在颗粒浓度增加的情况下能够提高扩散膜的透光率,而雾度保持不变,在一定成度上提高了光的使用率。

马文石^[16]等利用水解缩聚法在常温下制备了具有光学性能的聚硅氧烷粒子,并通过改变有机硅含量制备了平均粒径约为 1.5 微米的聚硅氧烷粒子,将制备的聚硅氧烷与 PMMA 树脂共混制成光散射材料,测试其物理机械性能以及光学性能,当填充浓度达到 0.6%时,制成的扩散膜不仅在光学性能上能够达到比较理想的数值,并且拥有良好的物理机械性能。

杨柱^[13]等采用热/光双重固化方式制备高透光率、高雾度光学扩散膜扩散涂层,将热固化树脂与光固化树脂按不同比例混合制成的扩散膜,结果表明使用合适比例的热/光混合固化树脂,能够制备出具有抗划伤性能且翘曲度较低的光学扩散膜扩散涂层,且制成的扩散膜其它物理机械性能良好。

段宇^[17]等以光学级聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)为基材,通过使用不同质量组分、不同粒径的二氧化硅扩散粒子对扩散膜性能的影响,通过透光率、雾度以及力学性能等方面的变化进行研究分析,结果表明随着 PMMA 含量的增加拉伸强度以及弯曲强度增大,具有很好的实际应用价值。

孟庆华^[18]等通过共混的方法在 PMMA 粒子中加入少量 PS 粒子,制备了高雾度的扩散膜,但由于 PS 与 PMMA 粒子本身不相容,在共混时会出现分散不均匀的现象,在制备扩散膜时出现扩散粒子分层的现象,若出现此现象,无法制备高雾度扩散膜,因此需要使用相容剂来增加 PMMA 粒子与 PS 粒子的相容性,文中使用自制“类双亲”PMMAPS 光散射剂来提高粒子相容性。

Cheol Heung Ahn 等使用聚氨酯树脂与粒径为 1—50 微米的扩散粒子共混制备了一种高雾度高透光率的光学扩散膜,研究了扩散粒子粒径不同以及填充浓度不同情况下对制成的扩散膜光学性能的影响,在实验中使用了聚羧酸等助剂来提高扩散膜的分散效果。

许龙麟等使用交联度较高的丙烯酸树脂和粒径在 5—30 微米的聚丙烯酸树脂粒子制备了一种具有良好耐磨性和抗划伤性能的光学扩散膜。利用这种单分布、粒径分布窄的扩散粒子制成的光学扩散膜,不经不会使得光线十分的混乱且对光线具有良好的扩散效果,并且通过使用两种粒径不同的粒子制成扩散膜,能够使光得到有效的利用。

3 研究内容

目前液晶显示器的发展越来越往轻薄的发展方向,对光学扩散膜的厚度要求也越来越高,需要使得光学扩散膜的厚度越来越薄,在扩散膜厚度被不断降低的情况下,扩散膜的抗划伤能力也在不断的下降,在生产、模切和安装过程中特别容易划伤;同时,小尺寸的导光板在一定程度上会存在一定的缺陷,受到外力挤压时,导光板上的微珠当收到过大压力时会出现脱落的现象,因此急需一款能够

抗划伤且能够在一定程度上保护导光板微珠的柔性光学扩散膜来提高生产、模切和安装过程中的良率;低 Tg 树脂指的是其玻璃化转变温度低于常温的树脂,即其发生交联反应后在常温下处于高弹态,受到应力作用时,自身发生一

定的弹性形变,产生内力,当应力去除后,内力形变回复并自行逐步消除。通过将低 T_g 树脂引入光学扩散膜中制备柔性光学扩散膜,解决扩散涂层的抗划伤性能以及保护导光板的问题。

3.1 研究思路

本文通过研究低 T_g 聚酯树脂与光学粒子 PMMA 及 PBMA 所制得的柔性光学扩散膜,利用树脂交联后在常温下处于高弹态解决传统扩散膜背面容易压伤导光板的问题,以及解决生产、模切过程中易出现划伤的现象,同时研究聚酯树脂与光学粒子在何种比例下,其光学性能最佳。

3.2 实验部分

3.2.1 主要药品与仪器

表 1 主要药品及试剂

药品名称	生产单位
丁酮 (AR)	国药试剂集团化学试剂有限公司
甲苯 (AR)	国药试剂集团化学试剂有限公司
羟基丙烯酸树脂 (AA-911)	爱敬化学(青岛)有限公司
聚酯树脂 (D7-885)	上海迪爱生合成树脂(中山)有限公司
聚酯树脂 (WS-7781)	顺德维申贸易有限公司
异氰酸酯 (AH-2100)	爱敬化学(青岛)有限公司
二丁基二月桂酸锡 (DY-12)	国药试剂集团化学试剂有限公司
PMMA 粒子 (MX-500)	综研化学有限公司
PBMA 粒子 (BRS-7HC)	综研化学有限公司
光学级聚酯薄膜	仪化东丽聚酯薄膜有限公司
BKY-333(流平剂)	毕克化学有限公司
封闭型磺酸催化剂 (WS-25)	顺德维申贸易有限公司
双三氟甲基磺酰亚胺锂 (CF-1101)	江苏国泰超威新材料有限公司

表 2 实验主要涉及到的仪器及设备列表

仪器	生产单位
AF-201小型数控涂膜机	上海弗安企业发展有限公司
WGT-S·透光率雾度测试仪	上海申光仪器仪表有限公司
BY·型硬度计	上海普申仪器有限公司
QFH·漆膜划格器	天津永利达有限公司
FA2004电子天平	上海方瑞仪器有限公司
DL·电热鼓风干燥箱	上海晓雷仪器有限公司
800目04#W10砂纸	/
500g砝码	/
AT186·新型数字万用表	常州安柏精密仪器有限公司
落球冲击试验机	昆山景新通电子科技有限公司
显微镜	宁波舜宇有限公司

3.2.2 表征

3.2.2.1 硬度的测试

利用 BY 测试硬度笔,按 GB/T 6736-2006 为标准,通过以一定硬度标号的铅笔在制成的扩散膜上划痕,以未引起涂膜破坏的最硬铅笔标号来表示,硬度标记从大到小分别为 4H, 3H, 2H, H, HB, B, 2B。

将 BY 型铅笔硬度计,使铅笔表面与扩散膜呈 45° 角,用恒定的力推行,铅笔的硬度应当由上至下测试,直至扩散膜表面涂层不被磨损而铅笔被磨损时,此时的铅笔硬度为扩散膜的硬度。

3.2.2.2 附着力的测试

涂层的附着力测试参照 GB/T 5120-85 标准,对已固化了的涂层表面进行划格制样。划格间距为 1mm,划格数为 10×10 格,然后用 3M 胶带粘接划格后的涂层表面,观察涂膜剩余方格数目来分级表征涂层在 PET 薄膜上的附着力。0 级附着力最好,5 级附着力最差,其中 0 级、1 级、2 级能满足一般用途。

3.2.3 光学性能

光学性能采用中华人民共和国国家标准 GB/T2410-80 的透明塑料透光率和雾度试验方法,使用 ASTM D1003 标准对涂布树脂的薄膜体系进行透光率及雾度测试。至少测 5 个数据,取其平均值。

安装好保护盖,接通电源预热,进行对光,当透光率雾度仪发出报警声时表明对光完毕,取下保护盖,按下测试键进行空白测试实验,当透光率雾度仪显示 P100.0 H0.00 时继续预热 15 分钟;预热完毕后,将表面无异常的薄膜夹在透光率雾度仪上按测试键开始测试,每个样品测试 5 次,取平均值。

透光率表示样品对入射光光通量的百分率,表达式如 2-1 所示, T 为透光率, I 表示透过式样的光通量, I₀ 表示射到式样上的光通量。

$$T = \frac{I}{I_0} \times 100\% \quad (2-1)$$

雾度表示偏离原方向的透射光,表达式如 2-2 所示, H 为雾度, T_d 表示试样偏离入射光方向 2.5° 的散射光通量, T_z 表示透射到试样的光通量。

$$H = \frac{T_d}{T_z} \times 100\% \quad (2-2)$$

3.2.4 抗划伤性能测试

在 800 目 04#W10 砂纸上加上 500g 重物,水平用力作用于制成的光学扩散膜上往返 10 次,然后利用透光率雾度仪测试雾度值,比较雾度变化值,雾度变化比例值表征抗划伤性能好坏^[13]。

将 800 目 04#W10 砂纸固定在 500g 重物上,用一根细线系在重物的另一边,将含砂纸的一面面朝样品,用细线带动重物摩擦样品,单向摩擦 10 次,然后将扩散膜至于透光率雾度仪测试其雾度值。

3.2.5 回粘性测试

将制得的样品涂层表面与低材贴合,上方安置 1kg 的铁块,并将这一整体放置在一块平面玻璃上,在 60℃ 条件下烘烤 24h 后取出,在常温下冷却 4h,观察涂层是否有回粘的现象,即涂层是否与低材出现粘结的现象。

3.2.6 落球实验步骤如下:

将扩散膜测试面与 LGP 网点面接触,扩散膜在上, LGP 在下,然后在扩散膜上放置一片 1mm 厚的 PC 板,将重为 5g 的小球从 100cm 的高处自由落体下落撞击 PC 板,在显微镜下观察 LGP 导光板撞击点附近的情况。

3.3 实验方案

3.3.1 低 T_g 树脂固化实验方案

低 T_g 树脂在固化时往往需要较长时间进行干燥和固化,本次研究所应用的产品为光学扩散膜,其低材为 PET,生产时且以卷材的形式呈现,无法长时间进行高温烘烤,若在烘箱内无法使其达到表干,在收卷时出现回粘现象,则会导致整卷产品报废,故需要对树脂的固化进行一定的调控。如表 3 所示,控制主体树脂 WS-7781, D7-885, AA-911 为 10%,并根据其羟值和 AH₂100 的异氰酸值计算 AH₂100 的添加量,并分别添加 0.1% 的 DY-12 或 0.1% 的 WS-25 催干剂进行对比;

观察是否能够克服回粘性。

表 3 低 T_g 树脂固化对比实验

编号	WS-7781 (wt%)	D7-885 (wt%)	AA-911 (wt%)	AH2100 (wt%)	DY-12 (wt%)	WS-25 (wt%)
AA-1	10.00	0.00	0.00	2.20	0.00	0.00
AA-2	10.00	0.00	0.00	2.20	0.10	0.00
AA-3	10.00	0.00	0.00	2.20	0.00	0.10
AA-4	0.00	10.00	0.00	3.60	0.00	0.00
AA-5	0.00	10.00	0.00	3.60	0.10	0.00
AA-6	0.00	10.00	0.00	3.60	0.00	0.10
AA-7	0.00	0.00	10.00	0.75	0.00	0.00
AA-8	0.00	0.00	10.00	0.75	0.10	0.00
AA-9	0.00	0.00	10.00	0.75	0.00	0.10

3.3.2 柔性扩散膜背面抗划伤实验方案

光学扩散膜背面直接与导光板接触，在背涂中使用弹性粒子 PBMA 分别于 3 种树脂混合职称背面的涂布涂料，并进行制样，如表 4 所示。

表 4 柔性扩散膜背涂实验方案

编号	PBMA (wt%)	WS-7781 (wt%)	D7-885 (wt%)	AA-911 (wt%)	AH2100 (wt%)	WS-25 (wt%)
AB-1	1.00	10.00	0.00	0.00	2.20	0.10
AB-2	1.00	0.00	10.00	0.00	3.60	0.10
AB-3	1.00	0.00	0.00	10.00	0.74	0.10

在实际应用中，背面涂层由于厚度较大，且在导膜的过程中，由于摩擦产生静电，导致静电吸附少量空气中的灰尘，在柔性扩散膜与导光板贴合时，灰尘与导光板接触，使得导光板表层微珠受损，产生不良；如表 5 实验组，在涂料配方中添加双三氟甲基磺酰亚胺锂 CF-1101，观察其涂层表面电阻的变化情况。

表 5 抗静电剂 CF1101 用量对阻抗的影响实验方案

编号	CF1101 (wt%)	PBMA (wt%)	WS-7781 (wt%)	AH2100 (wt%)	WS-25 (wt%)
AC-1	0.05	1.00	10.00	3.60	0.10
AC-2	0.10	1.00	10.00	3.60	0.10
AC-3	0.15	1.00	10.00	3.60	0.10
AC-4	0.20	1.00	10.00	3.60	0.10
AC-5	0.25	1.00	10.00	3.60	0.10
AC-6	0.30	1.00	10.00	3.60	0.10
AC-7	0.35	1.00	10.00	3.60	0.10

3.3.3 柔性扩散膜正面 PMMA 粒子与树脂比例探索实验方案

控制湿膜厚度不变，调整涂料的固含量，分别测试 PMMA 粒子 MX-500 与树脂 WS-7781 在不同比例下，对光学扩散

膜光学性能的影响,并选区最佳值,根据扩散膜模型分析,树脂与粒子的比例几乎接近 1:2,如表 6 所示,在 0.8~1.2:2 之间进行实验,选取最佳区域。

表 6 PMMA 粒子与树脂比例对光学扩散膜的影响

编号	PMMA (wt%)	WS-7781 (wt%)	AH2100 (wt%)	WS-25 (wt%)
AD-1	5.00	2.00	0.72	0.10
AD-2	10.00	4.00	1.44	0.10
AD-3	15.00	6.00	2.16	0.10
AD-4	20.00	8.00	2.88	0.10
AD-5	25.00	10.00	3.60	0.10
AD-6	5.00	2.50	0.90	0.10
AD-7	10.00	5.00	1.80	0.10
AD-8	15.00	7.50	2.70	0.10
AD-9	20.00	10.00	3.60	0.10
AD-10	25.00	12.50	4.50	0.10
AD-11	5.00	6.00	2.16	0.10
AD-12	10.00	12.00	4.32	0.10
AD-13	15.00	18.00	6.48	0.10
AD-14	20.00	24.00	8.64	0.10
AD-15	25.00	30.00	10.80	0.10

3.4 扩散膜的制备

(1) 溶液的配置

以表 6 中实验组 AD-1 为例,取量 100mL 简称,量取 100mL 丁酮溶液,倒入 250mL 棕色瓶中,再用两桶称取 100mL 甲苯溶液,倒入棕色瓶中,不断摇晃至混合均匀后备用;取一只干净且干燥的 150mL 烧杯,放置于电子天平上后调零,用药匙往烧杯中加入 5g 的 PMMA 粒子,然后加入 90.18g 丁酮与甲苯的混合溶液并充分搅拌;然后加入 4g 聚酯树脂 WS-7781 (有效成分 50%),继续搅拌至均匀;加入 0.72g 异氰酸酯 AH₂100 (固含 100%)搅拌均匀,最后加入 0.1g 封闭性磺酸催化剂搅拌均匀,完成溶液的配制。

(2) 光扩散膜涂布

将 PET 膜放在涂布机上,并在 PET 膜上倒上少量混合溶液,固定住 PET 薄膜,利用安装好的涂布头轻轻划过,将涂布好的薄膜放在一边等待表面风干,并及时清理涂布机,当薄膜表面风干后放入电热干燥箱中在 140 摄氏度下干燥 30 秒后取出,放入 60℃烘箱内烘烤 24h,制得光扩散膜,此间若需要进行回粘性测试,则再 140℃烘烤 30 秒后直接进入回粘性测试。

4 结果与讨论

4.1 低 T_g 树脂固化对比

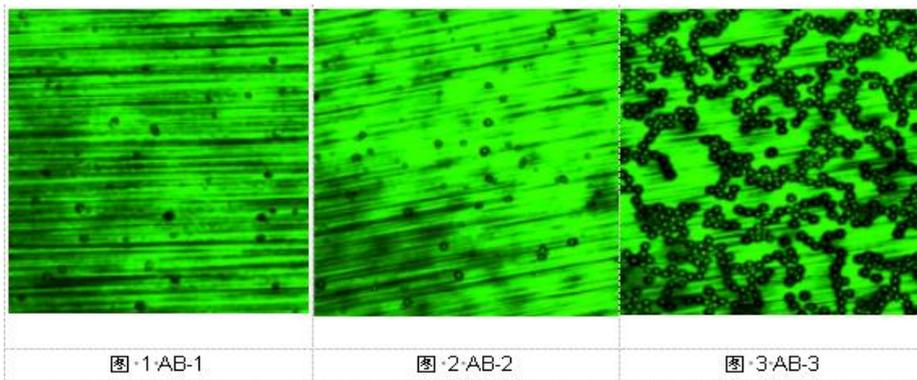
如表 7 所示,单独使用 WS-7781 再不使用催化剂 DY-12 或者 WS-25 时,会出现涂层回粘的现象,使用后便不会有回粘的现象出现;D7-885 无论是否使用催化剂,均会出现回粘的现象;AA-911 无论是否使用均不会出现回粘的现象,由此可见,作为光学扩散膜的树脂选用,AA-911 优于 WS-7781 优于 D7-885,即传统的高玻璃化转变温度的树脂比较合适。

表 7 低 T_g 树脂固化对比表

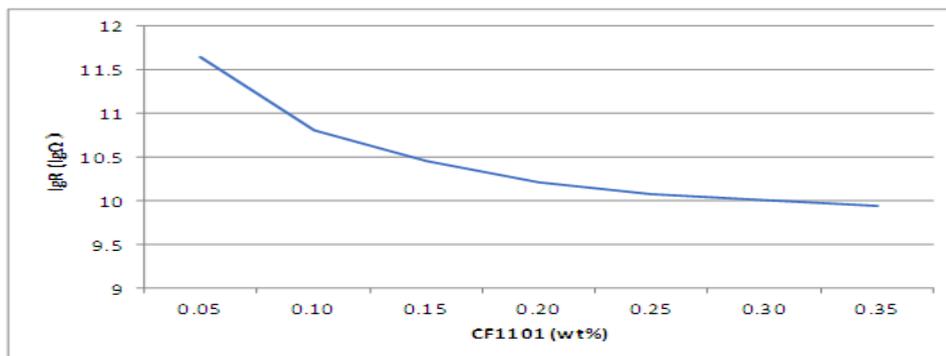
编号	WS-7781 (wt%)	D7-885 (wt%)	AA-911 (wt%)	AH2100 (wt%)	DY-12 (wt%)	WS-25 (wt%)	是否 回粘
AA-1	10.00	0.00	0.00	2.20	0.00	0.00	是
AA-2	10.00	0.00	0.00	2.20	0.10	0.00	否
AA-3	10.00	0.00	0.00	2.20	0.00	0.10	否
AA-4	0.00	10.00	0.00	3.60	0.00	0.00	是
AA-5	0.00	10.00	0.00	3.60	0.10	0.00	是
AA-6	0.00	10.00	0.00	3.60	0.00	0.10	是
AA-7	0.00	0.00	10.00	0.75	0.00	0.00	否
AA-8	0.00	0.00	10.00	0.75	0.10	0.00	否
AA-9	0.00	0.00	10.00	0.75	0.00	0.10	否

4.2 柔性光学扩散膜背面抗划伤测试

如图 1、图 2、图 3 所示，使用 AA-911 所制作的样品在经过小球撞击后，在导光板下留下明显的粒子坑洞，而使用 WS-7781 与 D7-885 所制成的样品，在小球撞击后，并未出现较多的粒子坑洞，比起 AA-911 有明显的改善，并且结合 2.1 中固化情况，WS-7781 固化情况优于 D7-885，故后续实验中选取 WS-7781 作为实验的优先选择进行测试。



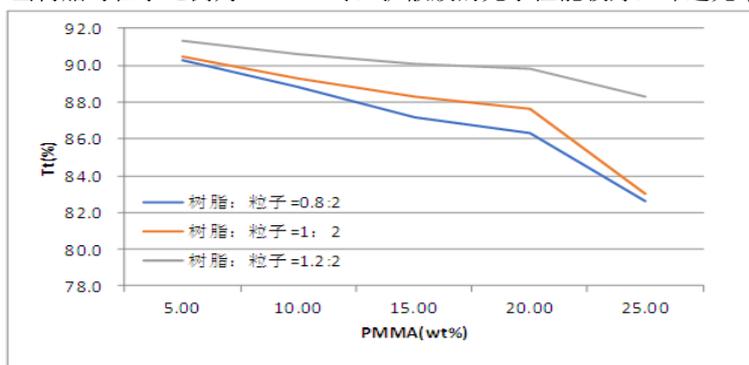
在测试组装过程还发现，扩散膜表面会出现吸附灰尘的现象，与导光板组装时同样会使得导光板表面的微珠脱落，故在涂料内添加双三氟甲基磺酰亚胺锂 CF-1101 抗静电剂进行改善，其结果如图表 1 所示，随着 CF1101 的添加量增大，电阻不断下降，涂层呈现当添加量达到 0.25% 时，抗静电效果变化不明显，添加量在 0.25% 时较合理。



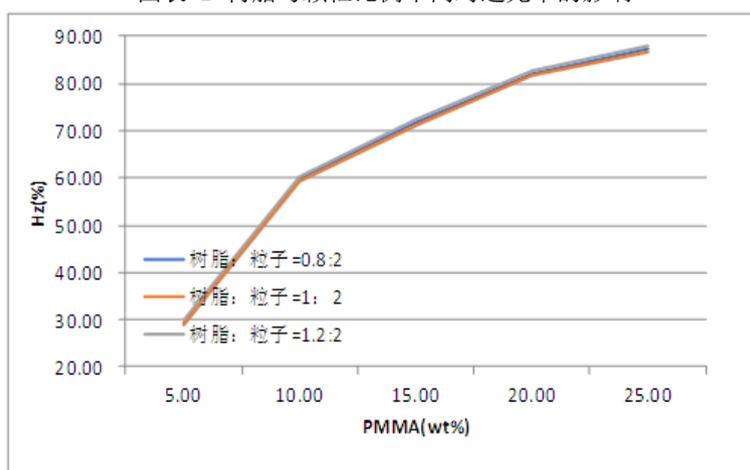
图表 1 电阻对数与抗静电剂 CF110 的关系折线图

4.3 柔性光学扩散膜正面 PMMA 粒子与树脂比例测试

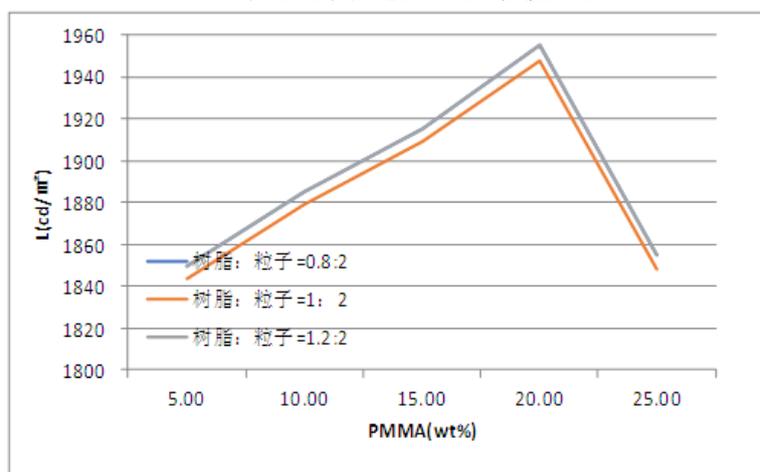
如图表 2 所示，树脂与粒子的比例增加至 1.2:2 时，透光率整体偏大，即透过的光比例更高；如图表 3 所示，雾度的变化并不明显，几乎处于重叠状态；如图表 4 所示，树脂与粒子比例在 0.8:2 以及 1.2:2 时，两线数据较高，且几乎重叠；综合考虑，当树脂与粒子比例为 1.2:2 时，扩散膜的光学性能较好，即透光率、雾度及辉度较高。



图表 2 树脂与颗粒比例不同对透光率的影响



图表 3 树脂与颗粒比例不同对雾度的影响



图表 4 树脂与颗粒比例不同对辉度的影响

4.4 柔性光学扩散膜的硬度测试

经过铅笔测试，使用 WS-7781 所制得的柔性光学扩散膜在常温下的硬度均在 6H 以上，考虑到 WS-7781 本身 Tg 较低，在常温下属于材料的高弹态，受到外力时会发生形变，从而使得涂层不被破坏，表现为高硬度铅笔无法破坏涂层；

进一步在冰水浴内进行铅笔硬度的测试，涂层表面硬度迅速降低至 H。

4.5 柔性光学扩散膜正面耐摩擦性能测试

如表 8 所示，其中 H_{z0} 为未进行摩擦的样品雾度， H_{z1} 为摩擦后的雾度，由表中数据可知，AD-14 经过摩擦后，其雾度下降小于 AE-1，其耐摩擦性能好，且在实际模切组装过程中，使用 WS-7781 所制得的样品良率更高。

表 8 耐磨擦对比测试表

编号	PMMA (wt%)	WS-7781 (wt%)	AA-911 (wt%)	AH2100 (wt%)	WS-25 (wt%)	H_{z0} (%)	H_{z1} (%)
AD-14	20.00	12.00	0.00	4.32	0.10	82.81	81.58
AE-1	20.00	0.00	12.00	0.90	0.10	84.15	78.15

5 全文总结

1. WS-7781 与 D7-885 均能改善涂层压伤导光板的现象，但 WS-7781 在固化上优于 D7-885，更适合应用于柔性光学扩散薄膜；2. 树脂 WS-7781 与 PMMA 粒子 MX-500 在比例为 1.2:2 时，光学性能更好；3. WS-7781 所制得的柔性光学扩散膜在常温下能够有较好的弹性，不仅能够保护导光板，同时也有一定的自修复功能；4. WS-7781 所制得的柔性光学扩散膜的耐摩擦性能优于普通的光学扩散膜。

[参考文献]

- [1]程鸿飞. 小尺寸液晶显示器背光源的光学性质[J]. 现代显示, 2005, 11(9): 17-21.
- [2]唐进, 戴庆元. 大尺寸液晶显示器背光源[J]. 科技咨询导, 2007, 3(5): 67-68.
- [3]谢宜风. 精密涂布工艺应用新进展[J]. 信息记录材料, 2010, 11(1): 28-37.
- [4]李宏, 周猛, 招润华. 功能性薄膜研究进展[J]. 广东化工, 2014, 41(13): 13-15.
- [5]袁东芝, 邓康清, 杨柱. PET 型光学薄膜用涂层及相关技术研究现状[J]. 化学与黏合, 2012, 34(2): 59-64.
- [6]李宏, 周猛, 招润华. 功能性薄膜研究进展[J]. 广东化工, 2014, 41(13): 153-155.
- [7]陈永鹏, 叶勤, 栗万里, 唐振方. LCD 体散射导光板的制备及其光学性能[J]. 液晶与显示, 2009, 24(2): 99-202.
- [8]杨华军, 张秀菊, 沈俊才等. LED 发光源聚碳酸酯光散射材料的研究[J]. 工程塑料应用, 2011, 39(1): 44-47.
- [9]钱志勇, 耿志挺, 崔建国等. 纳米 PMMA 颗粒的粒径对复合材料光学性能的影响[J]. 高分子材料科学与工程, 2003, 19(2): 61-163.
- [10]陆馨, 辛忠, 张羽佳. PET 表面含有聚硅氧烷微球的涂层制备及其光散射性能[J]. 华东理工大学学报(自然科学版), 2008, 34(5): 699-703.
- [11]贾少晋, 周才辉. 辐射涂层固化近况[J]. 核物理动态, 1995, 12(3): 43-45.
- [12]陈建莲, 李中华. 丙烯酸树脂改性的研究进展[J]. 现代涂料与涂装, 2009, 12(3): 28-32.
- [13]杨柱, 夏萍, 邓康清, 龚露露, 常征, 施文芳. 热/UV 双重固化制备耐划伤[J]. 涂料工业, 2013, 43(8): 11.
- [14]冯欣然, 马寒冰, 侯得发, 李晶, 李秀云, 唐安斌. 共混型 PET 光扩散膜的制备和性能研究[J]. 工程塑料应用, 2013, 41(12): 4-7.
- [15]汤清华, 唐振方, 赵亭亭, 栗万里, 叶勤. 聚硅氧烷微球/PMMA 光散射材料的制备与光学性能[J]. 光子学报, 2012, 41(6): 24-727.
- [16]马文石, 张冬桥, 段宇, 万兆荣, 王洪, 徐迎宾. 单分散聚硅氧烷微球的制备表征及作为光散射剂的应用[J]. 高分子材料科学与工程, 2012, 28(8): 129-132.
- [17]段宇, 马文石, 万兆荣, 王洪. 导光板用聚甲基丙烯酸甲酯基光扩散材料的研究[J]. 液晶与显示, 2012, 27(1): 26-30.
- [18]孟庆华, 郭安儒, 张勇杰, 孟庆云, 向阳. PS/PMMA 复合材料的光散射[J]. 光学精密工程, 2009, 17(11): 161-163.
- [19]崔兰兰, 凌国平, 郇剑. 纳米三氧化二铝改性环氧胶黏剂和钢铁附着机理的研究[J]. 浙江大学学报, 2009, 43(9): 1709-1713.

作者简介: 张陈华, (1993-), 男, 学士。