



اطول نمايشگرهاى گريستال مايع

دکتر فریدون بهنیا

www.ketab.ir

سرشناسه	بهنیا، فریدون، ۱۳۳۷
عنوان و نام پدیدآور	اصول نمایشگرهای کریستال مایع / فریدون بهنیا.
مشخصات نشر	تهران: نص، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری	۳۲۰ ص. مصور.
شابک	۶۰۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست نویسی	فیا.
موضوع	نمایشگرهای کریستال مایع
رده‌بندی کنگره	۱۳۹۰ ب۹ ۷۸۷۲ TK
رده‌بندی دیویی	۶۲۱.۳۸۱۵۴۲۲
شماره کتابشناسی ملی	۲۳۳۲۹۶۶
ISBN: 978-964-410-277-6	



موسسه علمی فرهنگی

اصول نمایشگرهای کریستال مایع

دکتر فریدون بهنیا

چاپ اول: تابستان ۹۰

تیراژ: ۱۵۰۰

ناشر: «نص»

طراحی، چاپ، صحافی: موسسه علمی فرهنگی «نص»

قیمت: ۶۰۰۰ تومان

فروشگاه: تهران - ضلع جنوب شرقی میدان انقلاب، شماره ۲۵

تلفن: ۶۶۲۰۵۳۷۲

WWW.FARDAB.COM

خرید اینترنتی از سایت فردا

دفتر: تهران، میدان انقلاب، خ شهید متری جاوید، پست مین، شماره ۶

تلفن: ۶۶۴۱۲۲۸۵ - ۶۶۴۵۰۴۷۱ - ۶۶۴۵۲۸۸۳ - فاکس: ۶۶۴۵۷۶۹۰

ایمیل: info@nasspub.com

وب سایت: www.nass.ir

ص.ب. ۱۳۱۲۵-۸۶۳

ISBN: 978-964-410-277-6

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۴۱۰-۲۷۷-۶

مقدمه

عصر حاضر از نظر نمایشگرهای تصویری و مخصوصاً تلویزیون‌های خانگی عصر جدید و منحصر بفردی است. تلویزیون‌های لامپی با توجه به وزن، حجم و توان مصرفی خود از طرفی و علاقه مردم به نمایشگرهای بزرگتر و بزرگتر از طرف دیگر، عملاً از صحنه رقابت کنار رفته‌اند و از طرف دیگر نمایشگرهای جدیدی که بتوانند از نظر کیفیت، قیمت، ابعاد و اندازه رقیب جدی برای دو تکنولوژی نمایشگرهای پلاسما و نمایشگرهای کریستال مایع یا ال سی دی^۱ باشند هنوز به میدان رقابت وارد نشده‌اند. از این رو همه چیز در این بازار جدید به نفع این دو تکنولوژی است که به برکت سرمایه‌گذاری‌های عظیم انجام گرفته و نوآوری‌هایی که مرتباً در جریان است به حدی از کیفیت و بلوغ رسیده‌اند که بتوانند توقعات مختلف مصرف‌کنندگان عصر حاضر را پاسخ‌گو باشند.

با توجه به نکات فوق، بنده زمان حاضر را زمان مناسبی برای ارائه کتابی نسبتاً مفصل درباره تنوع و تکنولوژی نمایشگرهای کریستال مایع که یکی از دو نوع تکنولوژی مورد اشاره فوق است مناسب دیده‌ام^۲. البته در کتاب‌های قبلی که توسط حقیر به موضوع نمایشگرها اختصاص داشته است کم و بیش این تکنولوژی مورد بحث قرار گرفته است ولی پیشرفت‌های اخیر و همه‌گیری این نوع نمایشگرها در حدی است که توجه ویژه و نوشتار مستقلی را می‌طلبد. البته در این کتاب نیز مانند کتاب‌های قبلی سعی کرده‌ام تا حد زیادی خواننده غیر متخصص را در نظر گرفته و حتی الامکان به بیان ساده و بدور از دشواری‌های بیان ریاضی از مطالب لازم بپردازم ولی

^۱ LCD

^۲ انشاء... اگر عمری باقی باشد در باره نمایشگرهای پلاسما نیز کتاب مستقلی را تقدیم جامعه فنی کشور خواهم کرد.

در سه فصل از کتاب حاضر و برای ایجاد پایه‌ای مناسب برای فهم تئوری این نمایشگرها، ورود به حیطه ریاضیات و بیان ریاضی مطالب گریزنپذیر بوده است که از این بابت از خوانندگان غیردانشگاهی کتاب عذرخواهی می‌کنم.

کتاب حاضر در ۱۲ فصل تدوین یافته است که هر فصلی از آن به بیان گوشه‌ای از این تکنولوژی نسبتاً جدید اختصاص یافته است.

فصل اول از این کتاب به مروری سریع از نمایشگرهای کریستال مایع و بیان اصول کلی حاکم بر این نمایشگرها اختصاص دارد. اصول کلی و ساختار عملکردی نمایشگرهای کریستال مایع در این فصل مورد بحث قرار گرفته‌اند.

فصل دوم به بیان اصول کلی حاکم بر مواد کریستال مایع اختصاص دارد. مطالبی مانند شکل‌های مولکولی مواد کریستال مایع، فازهای مختلف این مواد، ویژگی‌های خواص موادی و بالاخره موده‌های کاری مواد کریستال مایع از موضوعات مورد بحث در این فصل هستند.

فصل سوم به فرمول بدی نحوه انتشار نور در مواد کریستال مایع می‌پردازد ولی برای ساده سازی مسئله از پیچش مولکول‌ها در این فصل صرف‌نظر شده و با این ساده سازی روابط لازم برای انتشار نور پلاریزه در این مواد بدست می‌آید. ساختارهای مختلف و متنوع سلول‌های کریستال مایع نیز در این فصل مورد بحث قرار گرفته و سرعت پاسخ هر یک از این ساختارها به تحریک الکتریکی بدست می‌آید.

فصل چهارم به بحث پایه‌ای از انتشار نور پلاریزه در دسته مهم مواد کریستال مایع رشته‌ای پیچشی اختصاص دارد. ساختارهایی مانند ساختارهای پیچشی عادی، فوق پیچشی و پیچشی چند مودی که همگی کاربردهای نمایشگری دارند از ساختارهایی هستند که در این فصل مورد بحث قرار گرفته و روابط حاکم بر عملکرد آنها بدست می‌آیند.

فصل پنجم به بررسی اثر ناهمسانگرد بودن محیط انتشار نور در مواد کریستال مایع از طرفی و جهت‌گیری کم و بیش دلخواه نور در ورود به این مواد در کاربری‌های نمایشگری از طرف دیگر اختصاص دارد. کاستی‌های تکنولوژی کریستال مایع رشته‌ای عادی و استفاده از صفحات جبران‌ساز برای جبران برخی از این کاستی‌ها از دیگر نکاتی هستند که در این فصل مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند.

فصل ششم به معرفی روش تنظیم عمودی چند ناحیه‌ای در کریستال‌های مایع می‌پردازد. این روش که بطور خلاصه روشی برای قراردادن مولکول‌های کریستال مایع در راستاهای ترجیحی و کنترل شده است به بهبودهای قابل ملاحظه‌ای در کیفیت تصویر تولیدی نمایشگر منجر می‌شود. این بهبودها در این فصل مطرح شده و علاوه بر این گونه‌های فرعی متعددی از این روش نیز مورد بحث قرار می‌گیرند.

تکنولوژی چرخش مولکول‌ها در صفحه یا IPS تکنولوژی مهم دیگر است که به صورت گونه‌ای اصلاح شده از تکنولوژی کریستال مایع پایه و بای جبران برخی کاستی‌های آن در کاربرد نمایشگری ابداع شده است. این تکنولوژی موضوع فصل هفتم از این کتاب است. در این فصل ضمن معرفی تکنولوژی اصلی IPS، تکنولوژی‌های هم خانواده با تکنولوژی فوق نیز معرفی شده و اصول و حاکم بر عملکرد آنها ارائه می‌گردد.

فصول هشتم و نهم به بررسی منابع نوری بکار رفته در نمایشگرهای کریستال مایع اختصاص دارند. در این راستا فصل هشتم لامپ‌های فلورسنت با کاتد سرد و فصل نهم دیودهای نورزا را مورد بحث قرار داده است.

فصل دهم از این کتاب به بررسی ساختارهای هدایت نور از منابع نوری داخلی به صفحه نمایش را بر عهده داشته و همراه با دو فصل قبلی بحث مربوط به روشنایی صفحه نمایش برای تشکیل تصویر را کامل می‌کند.

فصل یازدهم از این کتاب به بررسی ترانزیستورهای لایه نازک اختصاص دارد. این ترانزیستورها، عنصر اصلی در کنترل روشنایی نقطه به نقطه در روی صفحه نمایش بوده و به ازای هر پیکسل تصویر سه عدد از آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد. فیزیک، ساختار و نحوه استفاده از این ترانزیستورهای در نمایشگرهای کریستال مایع از نکاتی هستند که در این فصل مورد بررسی قرار می‌گیرند.

فصل دوازدهم از این کتاب به بیان برخی مطالب تکمیلی درباره نمایشگرهای کریستال مایع که در فصول قبلی فرصت و موقعیت بیان آنها پیدا نشده است می‌پردازد. از جمله مسائل مورد بحث در این فصل، مسائل استاندارد‌های رنگ از طرفی و مسئله تاری شدگی تصویر و روش‌های حل آن در این نوع نمایشگرها از طرف دیگر است.

فهرست مطالب

فصل

مروری بر تکنولوژی کریستال مایع

- | | | |
|----|-------|--|
| ۱۳ | ۱-۱ | مروری سریع بر نمایشگرهای کریستال مایع |
| ۱۴ | ۲-۱ | تاریخچه مختصری از کریستال‌های مایع |
| ۱۵ | ۱-۲-۱ | کریستال مایع چیست؟ |
| ۱۵ | ۳-۱ | ساختار یک نمایشگر کریستال مایع |
| ۱۷ | ۴-۱ | پاسخ الکتریکی سلول‌های کریستال مایع و کنترل مکانیکی آن |
| ۲۲ | ۵-۱ | مسئله رنگ در نمایشگرهای کریستال مایع |
| ۲۵ | ۶-۱ | مسئله آدرس‌دهی سلول‌ها در نمایشگر کریستال مایع و نمایشگرهای TFT-LCD |
| ۲۶ | ۷-۱ | ساختمان داخلی کامل یک نمایشگر کریستال مایع |
| ۳۱ | ۸-۱ | معایب تکنولوژی TN و لزوم پیدایش تکنولوژی‌های دیگر |
| ۳۲ | ۹-۱ | تعداد سطوح رنگ در نمایشگرهای کریستال مایع و نحوه افزایش آن |
| ۳۴ | ۱۰-۱ | تکنیک Overdrive و روش جبران سرعت پاسخ‌دهی در نمایشگرهای کریستال مایع |
| ۳۵ | ۱۱-۱ | انواع نمایشگرهای کریستال مایع |
| ۳۶ | ۱۲-۱ | مراجع |
| ۳۸ | | |

۲

فصل

مواد کریستال مایع و ویژگی‌های آنها

۳۹

مقدمه

۳۹

۳۹

۴۷

۵۴

۵۶

۵۹

۱-۲ شکل‌های مولکولی و فازهای میانی در مواد کریستال مایع

۲-۲ ویژگی‌های خواص موادی در مواد کریستال مایع ناهمسانگرد

۳-۲ ساختار مولکولی و ترکیبات شیمیایی مواد کریستال مایع

۴-۲ موده‌های کاری کریستال مایع

۵-۲ مراجع

۳

فصل

خواص الکترو اپتیکی در مواد کریستال مایع رشته‌ای بدون پیچش

۶۱

مقدمه

۶۱

۶۲

۶۵

۶۵

۷۱

۷۷

۸۲

۱-۳ انتشار نور به صورت موج صفحه‌ای تک فرکانس

۲-۳ انتشار نور پلاریزه در محیط کریستال مایع رشته‌ای غیر پیچشی

۳-۲-۱ سلول فردریک

۳-۲-۲ نگاهی بر ساختارهای دیگر سلول‌های کریستال مایع

۳-۳ دینامیک و سرعت قطع و وصلی در مواد کریستال مایع غیر پیچشی

۴-۳ مراجع

۴

فصل

خواص الکترو اپتیکی در مواد کریستال مایع رشته‌ای پیچشی

۸۳

مقدمه

۸۳

۸۳

۸۸

۸۸

۹۲

۹۸

۱۰۰

۱۰۲

۱۰۳

۱-۴ انتشار نور پلاریزه در مواد کریستال مایع رشته‌ای پیچشی

۲-۴ انواع سلول‌های کریستال مایع رشته‌ای پیچشی و انتقال نور پلاریزه در آنها

۴-۲-۱ سلول‌های رشته‌ای عادی

۴-۲-۲ سلول‌های رشته‌ای فوق پیچشی

۴-۲-۳ سلول‌های رشته‌ای پیچشی چند مودی

۳-۴ سلولهای انعکاسی

۴-۴ حالت دو ضربه شکستی با کنترل الکترونیک برای تولید رنگ

۵-۴ مراجع

انتشار نور با زاویه ورودی دلفواه در یک محیط ناهمسانگرد

۱۰۵

مقدمه

۱۰۵

۱-۵ فرمولبندی مسئله و بدست آوردن عبارت خروجی به ازای تابش مایل در ورودی

۱۰۵

۲-۵ اثر برخورد مایل نور بر سلول‌های کریستال مایع

۱۱۱

۳-۵ استفاده از فیلم‌های جبران ساز برای جبران کاستی‌های تصویر در نمایشگرهای مبتنی بر

کریستال‌های مایع رشته‌ای پیچشی

۱۱۴

۴-۵ حذف یا جبران معکوس شدگی کتراست

۱۲۰

ضمیمه ۱-۵ تصویربرداری مخروطی

۱۲۴

۵-۵ مراجع

۱۲۴

کاربرد روش تنظیم عمودی در بهبود کیفیت تصویر

۱۲۵

مقدمه

۱۲۵

۱-۶ تکنولوژی تنظیم عمودی چند ناحیه‌ای یا MVA

۱۲۵

۱-۱-۶-۱ تکنولوژی تنظیم عمودی پایه

۱۲۶

۲-۱-۶-۲ تکنولوژی تنظیم عمودی چند ناحیه‌ای

۱۳۱

۳-۱-۶-۳ تکنولوژی MVA بهبود یافته یا MVA-Premium

۱۳۳

۴-۱-۶-۴ روش AMVA یا MVA پیشرفته

۱۳۷

۲-۶ تکنولوژی PVA

۱۳۹

۱-۲-۶-۱ مروری بر تکنولوژی پایه PVA

۱۳۹

۲-۲-۶-۲ خانواده‌های فرعی تکنولوژی PVA

۱۴۱

۳-۶ مراجع

۱۴۴

مروری بر تکنولوژی IPS

۱۴۵

مقدمه

۱۴۵

۱-۷ مروری مقایسه‌ای بر کلیات تکنولوژی IPS

۱۴۵

۲-۷ مروری بر مبانی تکنولوژی IPS

۱۵۲

۳-۷ تکنولوژی‌های خویشاوند با تکنولوژی IPS

۱۶۰

۱-۳-۷-۱ تکنولوژی کلید زنی میدان تفرقی

۱۶۱

۲-۳-۷-۲ تکنولوژی IPS-PRO

۱۶۱

۴-۷ مراجع

۱۶۱

منابع نوری لامپ فلورسنت با کاند سرد

۱۶۵

مقدمه

۱۶۵

۱۶۶

۱-۸ نیازمندی‌ها و مشخصات لازم بخش نوردهی صفحه در نمایشگرهای کریستال مایع

۱۶۶

۱-۱-۸-۱- تامین لومینانس لازم

۱۶۶

۲-۱-۸-۲- بازسازی رنگ

۱۶۷

۳-۱-۸-۳- دمای رنگ معادل مناسب

۱۶۸

۴-۱-۸-۴- مدیریت حرارتی

۱۶۹

۲-۸ مرور کوتاهی بر فیزیک لامپ‌های فلورسنت

۱۷۲

۳-۸ ساختار و اصول کارکرد لامپ‌های با کاند سرد

۱۷۳

۴-۸ مشخصات اصلی لامپ‌های بک کاند سرد

۱۷۹

۵-۸ مسائل و زمینه‌های کار آتی در لامپ‌های فلورسنت با کاند سرد

۱۸۲

۶-۸ مروری بر لامپ‌های فلورسنت بدون جیوه

۱۸۶

۷-۸ مقایسه عملکرد لامپ فلورسنت جیوه‌دار و بدون جیوه

۱۸۷

۸-۸ چیدمان لامپ‌های فلورسنت در نمایشگرهای کریستال مایع

۱۸۸

۹-۸ یکنواختی روشنایی صفحه نمایش

۱۹۰

۱۰-۸ مروری بر مدارهای تحریک لامپ‌های فلورسنت با کاند سرد

۱۹۵

۱۱-۸ چیدمان تغذیه لامپ‌های فلورسنت در نمایشگرهای کریستال مایع

۱۹۶

۱۲-۸ مروری بر مبدل‌های ولتاژ در تغذیه لامپ‌های فلورسنت

۱۹۸

۱۳-۸ مروری بر منابع نوری دیگر

۱۹۸

۱-۱۳-۸ لامپ فلورسنت با الکتروود خارجی

۱۹۸

۲-۱۳-۸ لامپ فلورسنت با کاند داغ

۱۹۹

۳-۱۳-۸ لامپ‌های فلورسنت مسطح

۱۹۹

۱۴-۸ مراجع

منابع نوری LED

۲۰۱

مقدمه

۲۰۱

۱-۹ مروری بر ساختار و فیزیک عملکرد دیودهای نیمه هادی

۲۰۴

۲-۹ دیود نورزا به عنوان حالت خاصی از دیود نیمه هادی

۲۰۶

۳-۹ ساختار داخلی دیود نورزا و اجزاء آن

۲۰۹

۴-۹ مشخصه‌های مهم دیودهای نورزا

۲۱۵

۵-۹ رنگ نور تولیدی در دیودهای نورزا

۶-۹	کاربرد دیود نورزا در بخش منبع نور نمایشگرهای کریستال مایع و ساختارهای متفاوت
۷-۹	رنگ دیودها و گزینه‌های مختلف برای روشنایی صفحه تصویر در نمایشگرهای کریستال مایع
۸-۹	محاسن و معایب دیودهای نورزا برای کاربرد در نمایشگرهای کریستال مایع
۹-۹	بازدهی و کارایی منابع نوری دیودی
۱۰-۹	مروری بر تاریخچه پیشرفت در تکنولوژی دیودهای نورزا
۱۱-۹	مراجع

سامانگار واحد اپتیک از بخش نوردهی صفحه نمایش

۲۳۵	مقدمه
۲۳۵	۱-۱۰ ساختار واحد اپتیک در روش نوردهی مستقیم
۲۳۶	۲-۱۰ بررسی واحد اپتیک مبتنی بر روش نوردهی از کنارها
۲۳۸	۳-۱۰ مروری بر تیغه هدایت نور
۲۳۹	۴-۱۰ مروری بر تکنولوژی و عملکرد تیغه‌ها و صفحات پخش نور
۲۴۳	۵-۱۰ مروری بر پلاریزرها و فیزیک پلاریزاسیون نور
۲۴۵	۱-۵-۱۰ پلاریزاسیون با استفاده از مواد دو رنگی
۲۴۷	۲-۵-۱۰ پلاریزهای انعکاسی
۲۴۸	۳-۵-۱۰ پلاریزهای مبتنی بر مواد دو ضریب شکستی
۲۵۰	۶-۱۰ مروری بر عملکرد صفحات تقویت درخشندگی دوکان
۲۵۲	۱-۶-۱۰ استفاده از انعکاس کلی و مواد دو ضریب شکستی به عنوان روشی دیگر برای پلاریزه کردن نور
۲۵۳	۷-۱۰ مروری بر طرز کار صفحات بهبود دهنده درخشندگی
۲۵۷	۱-۷-۱۰ صفحات بهبود دهنده درخشندگی با استفاده از ساختار منشوری
۲۵۷	۲-۷-۱۰ مسائل صفحات منشوری
۲۶۱	۳-۷-۱۰ فیلم‌های بهبود درخشندگی بر مبنای لنزهای میکرومتری
۲۶۲	۸-۱۰ استفاده از ساختارهای دیگر برای بهبود درخشندگی
۲۶۵	۹-۱۰ کوچک سازی و خلاصه سازی واحد اپتیک
۲۶۵	۱۰-۱۰ مراجع

ترازیستورهای لایه نازک

۲۶۹	مقدمه
۲۷۱	۱-۱۱ مفاهیم کلی از نیمه هادی‌های بلوری

۲۷۲	۱۱-۱-۱- ساختار نیمه هادی‌های بلوری
۲۷۴	۱۱-۱-۲- سطوح انرژی در نیمه هادی‌ها
۲۷۷	۱۱-۱-۳- نیمه هادی‌های ذاتی و غیر ذاتی
۲۷۸	۱۱-۲- نیمه هادی‌های غیر بلوری
۲۸۰	۱۱-۲-۱- سیلیکان بی شکل
۲۸۳	۱۱-۲-۲- سیلیکان چند بلوری
۲۸۵	۱۱-۳- ساختار ساده و ویژگی‌های عملکردی ترانزیستور لایه نازک
۲۸۹	۱۱-۳-۱- ساختارهای متفاوت ترانزیستورهای لایه نازک
۲۹۰	۱۱-۳-۲- تحریک ترانزیستور و مدارات مناسب در دو حالت تحریک فعال و غیر فعال
۲۹۱	۱۱-۳-۳- شبکه تحریک ماتریسی غیر فعال یا پس‌پس
۲۹۲	۱۱-۳-۴- ولتاژ موثر و محدودیت تعداد پیکسل‌ها در روش آدرس‌دهی غیر فعال
۲۹۳	۱۱-۳-۵- تولید سطوح خاکستری در روش آدرس‌دهی غیر فعال
۲۹۴	۱۱-۳-۶- روش آدرس‌دهی فعال
۲۹۵	۱۱-۴- ترانزیستورهای لایه نازک غیر سیلیکونی
۲۹۹	۱۱-۵- مراجع

نکات تکمیلی از نمایشگرهای کریستال مایع

۳۰۱	مقدمه
۳۰۱	۱۲-۱- فضای رنگ و نمودار رنگ CIE
۳۰۱	۱۲-۱-۱- مقادیر سه مولفه‌ای رنگ
۳۰۳	۱۲-۱-۲- دیاگرام رنگ دو مولفه‌ای یا CIE ychromacity diagram
۳۰۴	۱۲-۱-۳- فضای رنگ RGB یا فضای رنگی مبتنی بر نتایج آزمایش‌ها
۳۰۶	۱۲-۱-۴- مثلث رنگ استاندارد یا sRGB
۳۰۷	۱۲-۱-۵- گستره رنگ در نمایشگرهای کریستال مایع
۳۰۸	۱۲-۱-۶- گستره رنگ قابل پوشش در نمایشگرهای کریستال مایع با منابع نوری مختلف
۳۱۱	۱۲-۱-۷- اثر روشنایی محیط بر گستره رنگ
۳۱۱	۱۲-۲- مسئله محو شدگی تصویر و اثر منبع نوری در آن
۳۱۵	۱۲-۲-۱- حل مسئله محو شدن لبه‌های جسم متحرک با استفاده از کنترل منابع روشنایی داخل نمایشگر
۳۱۷	۱۲-۲-۲- روش‌های قطع و وصل منابع نوری برای حل مسئله محو جسم متحرک
۳۱۸	۱۲-۲-۳- روش پردازشی برای حل مسئله محو لبه‌های تصویر
۳۲۰	۱۲-۳- مراجع