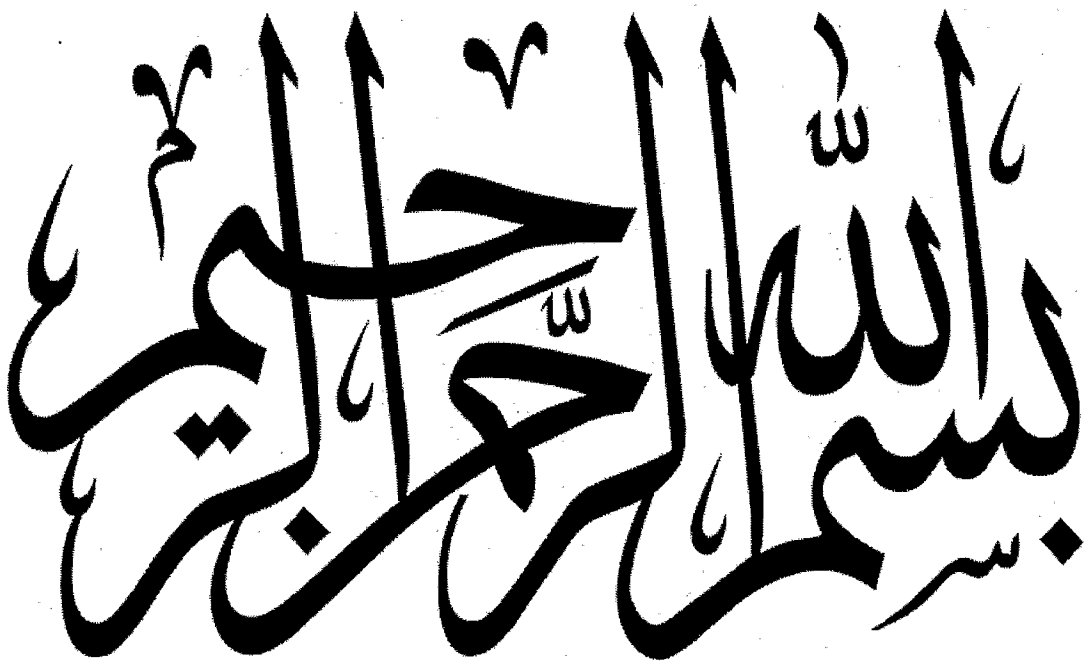


٩٠٢٤١

دانشگاه تهران

پردیس دانشکده‌های فنی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

عنوان:

بررسی و ساخت نمایشگرهای مسطح قابل انعطاف پلاسمایی بر روی پلاستیک

نگارش: زینب سنائی

استاد راهنما: دکتر سید شمس الدین مهاجرزاده

۱۳۸۶/۷/۱۵

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی برق- الکترونیک

گرایش: تکنولوژی نیمه هادی

شهریور ۱۳۸۶

۹۰۲۶۱

به نام خدا

دانشگاه تهران

پردیس دانشکده های فنی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

گواهی دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

هیأت داوران پایان نامه کارشناسی ارشد آقا/خانم زینب سنائی در رشته مهندسی برق و کامپیوتر، گرایش : الکترونیک

با عنوان: "بررسی و ساخت نمایشگرهای مسطح قابل انعطاف پلاسمایی بر روی پلاستیک "

در تاریخ ۱۳۸۶/۰۶/۰۶ نمره نهایی پایان نامه: به عدد ۲۰ به حروف بیست و

و درجه عالی ارزیابی نمود.

مشخصات هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه دانشگاهی	دانشگاه یا موسسه	امضاء
۱-استاد راهنما استاد راهنمای دوم (حسب مورد)	دکتر سیدشمس الدین مهاجرزاده	دانشیار	تهران	
۲-استاد مشاور	--	--	--	
۳-استاد مدعو خارجی (یا استاد مشاور دوم)	دکتر فرشید رئیسی	دانشیار	خواجه نصیر طوسی	
۴-استاد مدعو داخلی	دکتر ابراهیم اصل سلیمانی	دانشیار	تهران	
۵-داور و نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر بهجت فروزنده	استادیار	تهران	

تذکر:این برگه پس از تکمیل توسط هیأت داوران در نخستین صفحه پایان نامه درج می گردد.

دانشگاه تهران

پردیس دانشکده‌های فنی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی برق- الکترونیک

عنوان: بررسی و ساخت نمایشگرهای مسطح قابل انعطاف پلاسمایی بر روی پلاستیک

نگارش: زینب سنائی

این پایان نامه در تاریخ ۱۳۸۶/۶/۶ در مقابل هیات داوران دفاع گردید و مورد تصویب قرار گرفت.

معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی پردیس دانشکده های فنی: آقای دکتر جواد فیض

رئیس دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر: آقای دکتر پرویز جبه دار مارالانی

معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر: آقای دکتر سعید نادر اصفهانی

استاد راهنما: آقای دکتر سید شمس الدین مهاجرزاده

عضو هیات داوران: خانم دکتر بهجت فروزنده

عضو هیات داوران: آقای دکتر ابراهیم اصل سلیمانی

عضو هیات داوران: آقای دکتر فرشید رئیسی

۱۳۸۶/۷/۱۵

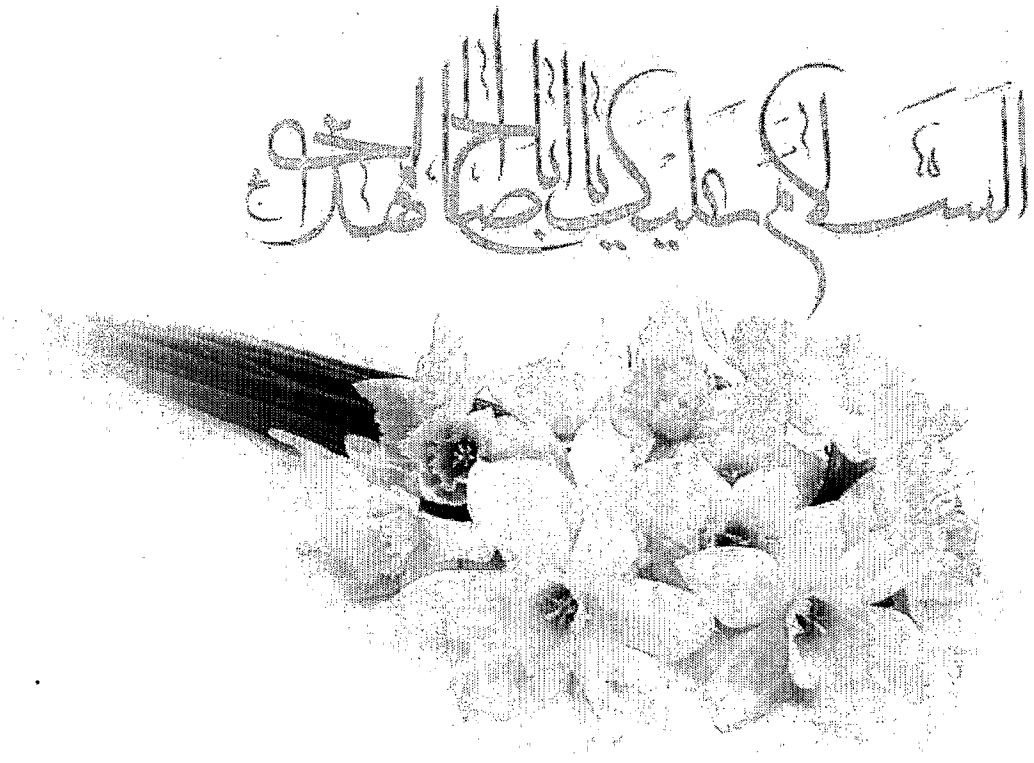
تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب زینب سنائی نویسنده پایان نامه کارشناسی ارشد در دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر گرایش الکترونیک- تکنولوژی نیمه هادی بدین وسیله اعلام می نمایم که توسط اساتید راهنما و سمینار در جریان قوانین Copy Right و روش درست اقتباس و نقل مطالب از سایر مراجع و ماخذ قرار گرفته ام و متعهد به حفظ امانت داری و قدردانی از زحمات سایر محققین و نویسندگان می باشم. بدین وسیله اعلام می نمایم که مسئولیت کلیه مطالب درج شده با اینجانب می باشد و در صورت استفاده از اشکال، جداول و مطالب از سایر منابع بلافاصله مرجع آن ذکر شده است و سایر مطالب از کار تحقیقی اینجانب استخراج شده است و امانت داری را به صورت کامل رعایت نموده ام. در صورتی که خلاف این مطلب ثابت شود، مسئولیت کلیه عواقب قانونی با اینجانب می باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: زینب سنائی

امضا و تاریخ: ۸۶/۷/۷

تقدیم به او که بهترین است.



به قدر تشنگی کز تشنه امر فرج بودیم
خدا داند فرج اینگونه طولانی نمی گردید

تقدیر و تشکر

از او که اصل هر محبت و یاریست سپاس گذارم که «و ما لکم من دون الله من ولیٍ و لا نصیر».
از خانواده عزیزم که همواره همراه و موجب امید من بودند؛ از استاد گرامی آقای دکتر مهاجرزاده که با روحیه همیشه امیدوار و خستگی ناپذیرشان، در تمام مراحل این پروژه یاریمان کردند؛ از خانم ها زند، درباری، صابر و آقایان اخوان و گودرزی به خاطر همکاری در انجام این پروژه؛ و از دوستان عزیزم خانم ها موسوی، محمدی، جوادی، خیرخواه، سلیمانی و...که محبت های صمیمانه شان خستگی های انجام این پروژه را برایم کمرنگ می کرد ممنونم.
و از تو که یادت و کمکت بهترین همراه بوده و هست.

چکیده

تکنولوژی تلویزیون های مسطح طی سال های طولانی به پیشرفت چشمگیری دست یافته و این روند همچنان ادامه دارد. در سال های اخیر ایده داشتن تلویزیون های انعطاف پذیر توجه بسیاری را به خود جلب کرده است و تحقیق های انجام شده بر روی این موضوع به شدت در حال افزایش است. چنین نمایشگرهایی از ویژگی های سبکی ، کم حجم بودن، انعطاف پذیری و حتی در برخی از نمونه ها از امکان لوله شدن برخوردارند که به آن ها قابلیت استفاده در محل های غیر مسطح (مثلاً داخل اتومبیل) و استفاده های تبلیغاتی(نصب نمایشگرها بر روی لباس) و سهولت در حمل ونقل را می دهد.

با توجه به اهمیت موضوع نمایشگرهای انعطاف پذیر در دنیای کنونی، این پایان نامه به این موضوع اختصاص یافته است. در این پایان نامه ابتدا مهمترین تکنولوژی های ساخت نمایشگرها معرفی می شوند، سپس تکنولوژی های لازم برای ساخت نمایشگرهای انعطاف پذیر و نمونه های ساخته شده آن مورد بررسی قرار می گیرند. پس از آن مهمترین قسمت پایان نامه که نحوه ساخت نمایشگر انعطاف پذیر پلاسمایی است و در آزمایشگاه لایه های نازک دانشگاه تهران انجام داده شده است توضیح داده شده و نتایج آزمایش های انجام شده آورده شده است. با توجه به نتایج بدست آمده نه تنها استفاده از تکنولوژی پلاسمای جریان مستقیم می تواند راهگشای ساخت نمایشگرهای قابل انعطاف باشد بلکه نتایج حاصله از این تحقیقات در زمینه های دیگر الکترونیک و نیز در برخی موارد در بیو- الکترونیک نیز کاربرد خواهند داشت. کاهش چشمگیر نفوذپذیری پلاستیک‌های PET با استفاده از عملیات حرارتی-پلاسمایی ویژه و نیز الگودهی پلیمرهای مقاوم از موارد بسیار مهم این تحقیقات می باشد.

فهرست مطالب

۱- مقدمه ۱
۱-۱ نمایشگرهای بلور مایع ۳
۱-۱-۱ نحوه آدرس دهی به سلول ها ۷
۱-۱-۲ ارزیابی ساختارLCD ۸
۱-۲ نمایشگرهای گسیل نور با دیودهای ساخته شده با مواد آلی ۸
۱-۲-۱ ارزیابی نمایشگرهای با ساختارOLED ۱۰
۱-۳ نمایشگرهای پلاسمایی ۱۲
۱-۳-۱ انواع نمایشگرهای پلاسمایی ۱۴
۱-۳-۲ ارزیابی ساختارنمایشگر پلاسمایی ۱۵
مراجع فصل اول ۱۸
۲- نمایشگرهای انعطاف پذیر ۱۹
۲-۱ تکنولوژی های مورد نیاز برای ساخت نمایشگرهای انعطاف پذیر ۱۹
۲-۱-۱ زیرلایه های انعطاف پذیر ۲۰
زیر لایه پلیمری ۲۲
خصوصیات زیر لایه پلیمری ۲۵
خواص نوری ۲۵
انکسار مضاعف ۲۶
خواص دمایی ۲۶
مقاومت در برابر مواد حلال ۲۸
هموار بودن سطح ۲۸
جلوگیری از ورود هوا و رطوبت ۲۸
شیشه نازک به عنوان زیر لایه انعطاف پذیر ۲۹
۲-۱-۲ لایه های رسانای غیر ارگانیک ۳۰
۲-۱-۳ لایه های رسانای ارگانیک ۳۱
۲-۱-۴ پوشش های نوری ۳۱
۲-۱-۵ ترانزیستورهای لایه نازک ۳۱
۲-۲ نمونه های ساخته شده نمایشگرهای انعطاف پذیر ۳۲
۲-۲-۱ نمایشگرهای OLED بر روی پلاستیک ۳۲
۲-۲-۲ نمایشگرهای LCD انعطاف پذیر ۳۴
مراجع فصل دوم ۳۵

۳- ساخت نمایشگر انعطاف پذیر پلاسمایی ۳۶
۳-۱ ساختار نمایشگر انعطاف پذیر پلاسمایی ۳۸
۳-۲ مراحل ساخت نمایشگر قابل انعطاف پلاسمایی جریان مستقیم ۴۱
۳-۲-۱ انتخاب و آماده سازی زیر لایه اول ۴۱
شرایط آماده سازی زیر لایه اول ۴۲
۳-۲-۲ ایجاد الکترودهای سری اول ۴۳
انتخاب فلز الکترودها ۴۳
شرایط لایه نشانی فلز و ایجاد الکترودهای لایه اول ۴۵
۳-۲-۳ ایجاد لایه عایق ۴۷
۳-۲-۴ ایجاد الکترودهای سری دوم ۵۳
۳-۲-۵ استفاده از زیر لایه دوم ۵۶
لزوم استفاده از زیر لایه دوم ۵۶
ساخت زیر لایه دوم ۶۰
۳-۲-۶ اتصال زیر لایه اول و زیر لایه دوم ۶۴
مرجع فصل سوم ۶۸
۴- بهبود طول عمر نمایشگر انعطاف پذیر ۶۹
مراجع فصل چهار ۸۳
۵- جمع بندی و فعالیتهای آینده ۸۴
مقالات چاپ شده ۸۶
Abstract ۸۷

فهرست تصاویر

فصل اول

شکل۱-۱. رفتار مولکول های بلور مایع در مجاورت صفحه شیار دار و میدان الکتریکی ۳

شکل۱-۲. قرار گیری مولکول های بلور مایع بین دو صفحه با شیار های عمود بر هم ۴

شکل۱-۳. نحوه عملکرد سلول ها در ساختار نمایشگر بلور مایع ۵

شکل۱-۴. عملکرد یک نمایشگر بلور مایع ۵

شکل۱-۵. استفاده از فیلترهای نوری برای ایجاد رنگ های قرمز، آبی و سبز ۶

شکل۱-۶. شدت نور تابشی بعد از تحریک ماده فسفر دار با گذر زمان ۶

شکل۱-۷. آدرس دهی سلول ها به روش آدرس دهی فعال ۷

شکل۱-۸. نمونه ای از مولکول های به کار رفته در ساختار OLED ۹

شکل۱-۹. ساختار نمایشگر OLED ۹

شکل۱-۱۰. لایه های مختلف مواد در ساختار نمایشگر OLED ۱۰

شکل۱-۱۱. مقایسه یک نمایشگر LCD و یک نمایشگرOLED ۱۱

شکل۱-۱۲. یک نمونه نمایشگر OLED ۴۰ اینچی ساخت شرکت سامسونگ ۱۲

شکل۱-۱۳. ساختار نمایشگر پلاسمایی ۱۳

شکل۱-۱۴. نحوه عملکرد هر سلول در ساختار نمایشگر پلاسمایی ۱۳

فصل دوم

شکل۲-۱. نمونه های مختلفی از نمایشگرهای انعطاف پذیر ۲۱

شکل۲-۲. نمای ساده ای از پروسه ساخت حلقه به حلقه ۲۱

شکل۲-۳ . دمای گذر شیشه (T_g) و دمای ذوب(T_m) مواد ترموپلاستیک ۲۴

شکل۲-۴. دمای گذر شیشه(Tg) و دمای ذوب(Tm) برخی از مواد پلیمری ۲۵
شکل۲-۵. بیشترین دمای قابل تحمل زیر لایه ۲۷
شکل۲-۶. عکس برداری AFM از زیر لایه PEN قبل و بعد از انجام عملیات بهبود صافی سطح ۲۸
شکل۲-۷. چند نمونه از نمایشگرهای انعطاف پذیر ساخته شده ۳۲
شکل ۲-۸. یک نمونه از نمایشگرهای OLED انعطاف پذیر ۳۳

فصل سوم

شکل۳-۱. شماتیک ایجاد پلاسما در تکنیک ارائه شده در این پروژه ۳۹
شکل ۳-۲. مراحل ساخت زیرلایه اول نمایشگر انعطاف پذیر پلاسمایی ۴۱
شکل۳-۳. تصویرماسک شماره ۱ ۴۶
شکل ۳-۴. الکترودهای لایه اول بر روی زیرلایه قابل انعطاف در حال خمش ۴۶
شکل ۳-۵. تصویرماسک شماره ۲ ۴۸
شکل۳-۶. پنجره های باز شده در فلز کمکی بر روی الکترودهای سری اول ۵۰
شکل ۳-۷. پنجره های باز شده در شل لاک ۵۰
شکل ۳-۸. ترک های روی فلز کمکی ۵۱
شکل ۳-۹. پنجره هایی که به دلیل سفت شدن نامناسب شل لاک کاملاً باز نشده اند ۵۱
شکل ۳-۱۰. خراب شدن نمونه به دلیل گرم کردن حلال ۵۲
شکل ۳-۱۱. چند نمونه از نمونه هایی که در مرحله باز شدن پنجره ها با مشکل روبرو شده اند ۵۲
شکل۳-۱۲. تصویرماسک شماره ۳ ۵۴
شکل ۳-۱۳. زیر لایه اول پس از ایجاد الکترودهای سری دوم ۵۵
شکل ۳-۱۴. زیر لایه اول تحت خمش ۵۵
شکل ۳-۱۵. نحوه اتصال محفظه حاوی زیرلایه اول به پمپ خلاء و کپسول گاز ۵۶
شکل ۳-۱۶. روشن کردن یکی از سلول های نمایشگر در محیط گاز آرگون ۵۷

شکل ۳-۱۷. زیر لایه دوم بر روی زیر لایه اول ۵۸

شکل ۳-۱۸. یکی از ماسک هایی که برای الگودهی زیر لایه دوم طراحی شد ۵۸

شکل ۳-۱۹. قسمتی از دو ماسکی که در آن ها ساختار تونل ها و کپسول ها به طور جداگانه طراحی شده است ۵۹

شکل ۳-۲۰. تصویر میکروسکوپ الکترونی زیر لایه دوم که ساختار آن با زدایش شیمیایی با کمک UV ایجاد شده است ۶۱

شکل ۳-۲۱. تصویر میکروسکوپ الکترونی زیر لایه دوم که ساختار آن با کمک پلاسما ایجاد شده است ۶۳

شکل۳-۲۲. نمونه کامل نمایشگر انعطاف پذیر ۶۵

شکل ۳-۲۳. نحوه اتصال نمایشگر به پمپ خلاء و کپسول گاز ۶۶

شکل۳-۲۴. نمایشگر انعطاف پذیر ۶۷

شکل ۳-۲۵. نمایشگر انعطاف پذیر در حال کار ۶۷

فصل چهار

شکل۴-۱. PET بعد از اعمال پلاسمای ئیدروژن ۷۱

شکل ۴-۲. PET بعد از اعمال پلاسمای SF_6 ۷۳

شکل ۴-۳. PET بعد از اعمال پلاسمای اکسیژن ۷۵

شکل ۴-۴. آنالیز FTIR از PET ۷۶

شکل ۴-۵. ساختار شیمیایی PET ۷۶

شکل ۴-۶. آنالیز FTIR از PET بعد از اعمال پلاسمای اکسیژن ۷۷

شکل ۴-۷. مقایسه طیف FTIR نمونه PET و نمونه PET تحت پلاسمای اکسیژن ۷۸

شکل ۴-۸. نحوه بررسی میزان نفوذ پذیری PET ۷۹

شکل ۴-۹. نمودار نفوذ هوا از درون PET با گذر زمان ۸۰

شکل ۴-۱۰. نمودار نفوذ هوا با گذر زمان از درون ۴ نمونه

فهرست جداول

فصل اول

جدول۱-۱. نمونه ای از مواد فسفرسانس متداول مورد استفاده در نمایشگر پلاسمایی ۱۴
جدول۱-۲. مقایسه خصوصیات نمایشگرهای LCD، OLED و PDP ۱۷

فصل دوم

جدول۲-۱. مشخصات اصلی برخی زیر لایه های پلیمری ۲۶

۱- مقدمه

امروزه در هر منزل حداقل یک نمایشگر بصورت تلویزیون و یا کامپیوتر وجـود دارد کـه راه ارتباطی مهمی با دنیای خارج می باشد. تلویزیون ها و در حالت عمومی تر نمایشگرها از پر مـصرف ترین ادوات الکترونیکی بشمار می روند که هر روزه بـه وسـعت بـازار و کاربردهـای آن هـا افـزوده میشود. در دنیای کنونی نمایشگرهای قابل انعطاف و نمایشگرهای سه بعدی جـزو مـواردی هـستند که اگرچه در حال حاضر به طور فراوان حضور ندارند، اما در آینده به بازار خواهند آمد و در زنـدگی روزمره مردم جای خواهند گرفت. گزارشهای پراکنده ای در زمینه ساخت نمایشگرهای انعطاف پذیر به چشم می خـورد امـا هنـوز مـشکلات بـسیاری در سـاخت آن وجـود دارد؛ خـصوصاً اسـتفاده از پلاستیکهای شفاف مانند پلی اتیلن ترفتالیت[1] (PET) به عنوان زیرلایه نمایـشگر انعطـاف پـذیر بـا مشکلات زیادی روبرو شده اند که برخی از این مشکلات مربوط به ساخت و برخی مربوط به قابلیت نفوذ آب و هوا (اکسیژن) در این پلاستیک ها می باشد.

با وجود همه مشکلات موجود، بـا توجهـات فراوانـی کـه در سـال هـای اخیـر بـه موضـوع نمایشگرهای انعطاف پذیر شده است و تحقیقات و تلاش های گسترده ای که در زمینه ساخت ایـن

[1] Polyethylene terephthalate

نمایشگرها صورت می پذیرد، پیش بینی شده است که در سال ۲۰۱۰ سهم نمایشگرهای انعطاف پذیر در بازار به ۱۷،۵ میلیون دلار با تعداد ۲۵،۵ میلیون نمایشگر برسد[۱].

قبل از توضیح پیرامون نمایشگرهای انعطاف پذیر موجود، ابتدا در این فصل مروری بر مهمترین تکنولوژی های ساخت نمایشگرهای انعطاف پذیر ارائه می گردد.

به طور کلی مهمترین خصوصیات لازم برای یک نمایشگر ایده آل کیفیت بالای تصویر، سبک و قابل حمل و نقل بودن، داشتن توان مصرفی پائین، قابلیت استفاده در تمام محیطها و در نهایت قیمت پائین می باشد. از لحاظ تاریخی روند تحول نمایشگرها بصورت زیر است:

۱- نمایشگرهای با لوله‌های پرتو کاتدی

۲- نمایشگرهای بلور مایع

۳- نمایشگرهای پلاسمایی

۴- نمایشگرهای گسیل میدان

۵- نمایشگرهای گسیل الکترون به روش رسانش سطحی

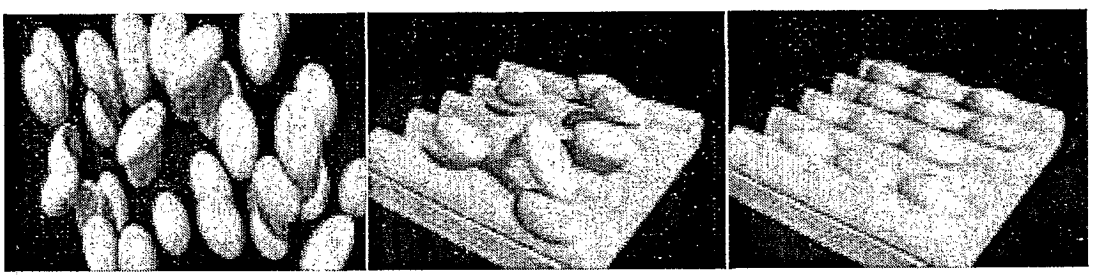
۶- نمایشگرهای گسیل نور با دیودهای ساخته شده با مواد آلی

در میان این تکنولوژی ها، تکنولوژی های استفاده از بلور مایع و مواد گسیلنده نور با دیودهای ساخته شده با مواد آلی بیش از بقیه وارد موضوع ساخت نمایشگرهای انعطاف پذیر شده اند. در ادامه این دو تکنولوژی و تکنولوژی نمایشگرهای پلاسمایی (با توجه به اینکه هدف این پروژه ساخت نمایشگر انعطاف پذیر پلاسمایی بوده است) مورد بررسی قرار می گیرند.

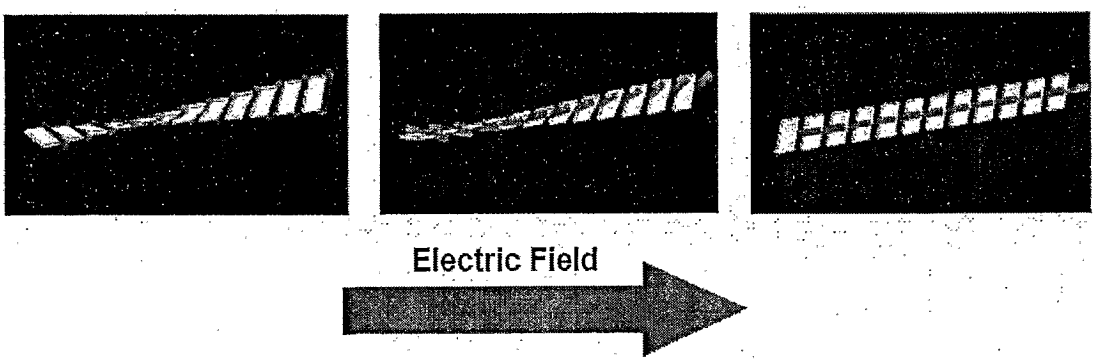
۱-۱ نمایشگرهای بلور مایع: LCD[1]

نمایشگرهای بلور مایع، نمایشگرهای تخت و باریکی هستند که از تعداد زیادی سلول رنگی یا سیاه و سفید تشکیل شده‌اند که حتماً باید جلوی یک منبع نور و یا یک بازتاب دهنده قرار گیرند. این نمایشگرها به توان الکتریکی بسیار کمی نیاز دارند و به همین دلیل از آن‌ها می‌توان در وسایلی که با باتری کار می‌کنند استفاده کرد.

شکل ۱-۱- الف قرار گیری مولکول های بلور مایع را بر روی شیارهای صفحه ای که در مجاورت آن قرار گرفته اند نشان میدهد. در حضور میدان الکتریکی، همانگونه که در شکل ۱-۱- ب مشاهده می شود، مولکول های بلور مایع در راستای میدان قرار می گیرند.



(الف)

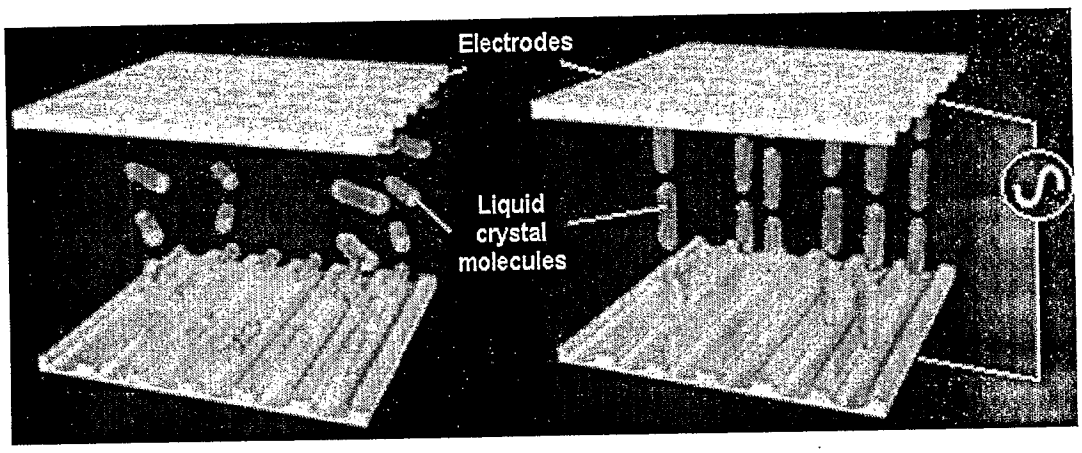


(ب)

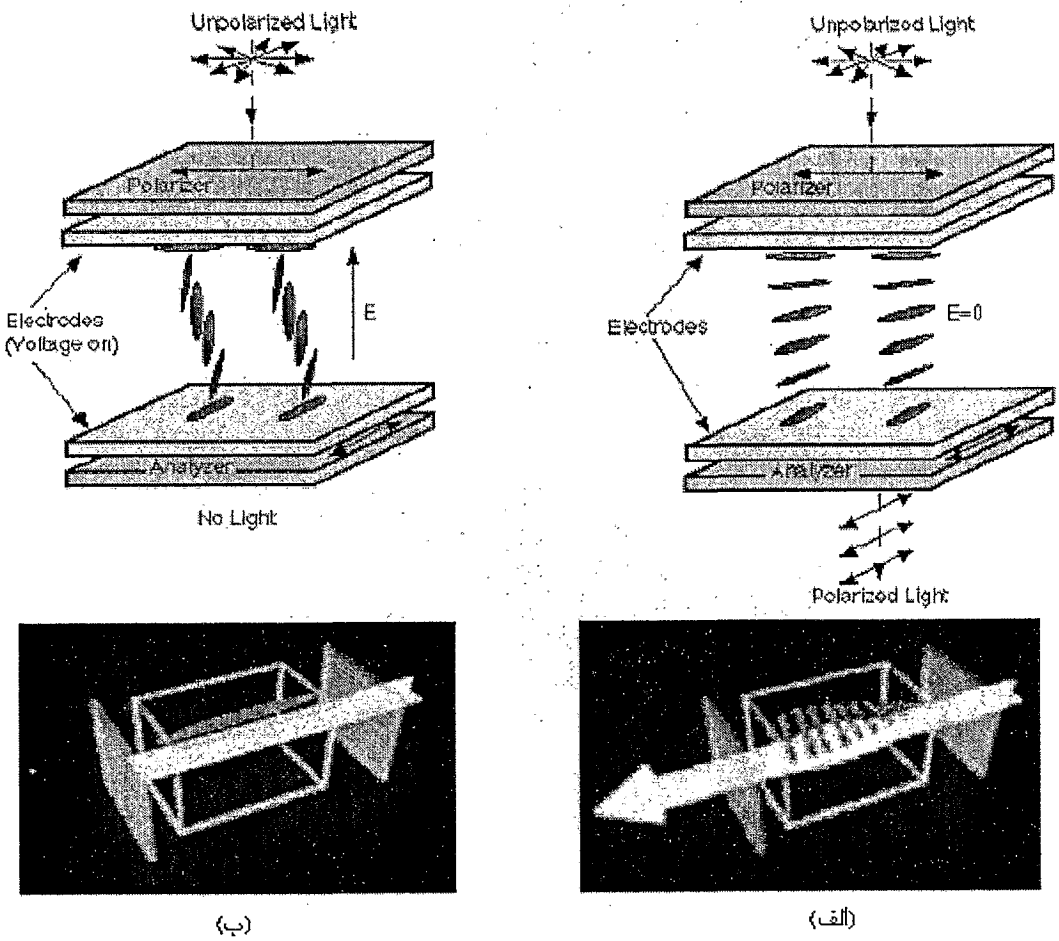
شکل۱-۱. رفتار مولکول های بلور مایع در مجاورت صفحه شیار دار و میدان الکتریکی الف) قرار گیری مولکول های بلور مایع بر روی شیارهای صفحه ای که در مجاورت آن قرار گرفته اند ب) قرار گیری مولکول های بلور مایع در حضور میدان الکتریکی [۲]

[1] Liquid Crystal Display

شکل ۱-۲ نیز قرار گیری مولکول های بلور مایع را بین دو صفحه با شیار های عمود بر هم در غیاب و در حضور میدان الکتریکی نشان می دهد. از این ساختار در ساخت نمایشگر بلور مایع استفاده می شود. بدین منظور مطابق شکل ۱-۳ دو صفحه قطبشگر نور عمود بر هم در بالا و پائین ساختار شکل ۱-۲ قرار می دهند. صفحه قطبشگر بالائی نور را در جهت شیارهای صفحه شیاردار بالا قطبیده می کند. در غیاب میدان، مولکول های بلور مایع به فرم نشان داده شده در شکل ۱-۳- الف قرار می گیرند و در نتیجه نور را به گونه ای منحرف می کنند که در نهایت در محل صفحه شیار دار پائینی جهت نور در راستای شیارها بوده، صفحه قطبشگر پائینی آنرا عبور می دهد و سلول مورد نظر روشن دیده می شود. در حضور میدان همانند شکل ۱-۳- ب مولکول های بلور مایع در راستای میدان قرار می گیرند؛ در نتیجه در محل صفحه شیار دار پائینی جهت نور در راستای عمود بر شیارها بوده، صفحه قطبشگر پائینی آنرا عبور نمی دهد و سلول مورد نظر خاموش دیده می شود.

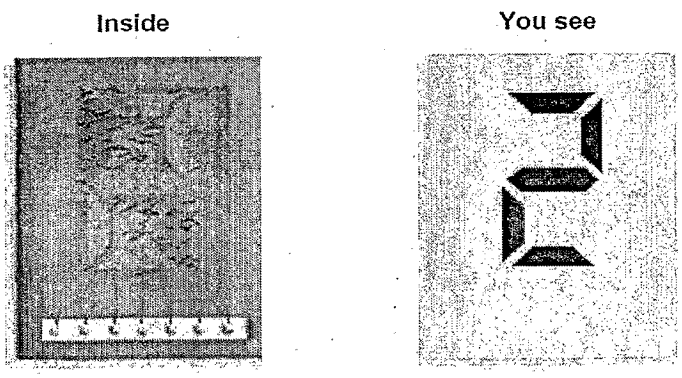


شکل۱-۲. قرار گیری مولکول های بلور مایع بین دو صفحه با شیار های عمود بر هم در غیاب و در حضور میدان الکتریکی



شکل۱-۳. نحوه عملکرد سلول ها در ساختار نمایشگر بلور مایع. الف) در غیاب میدان سلول روشن می باشد. ب) در حضور میدان سلول خاموش می باشد.[۲]

در شکل ۱-۴ عملکرد یک نمایشگر بلور مایع مشاهده می شود. سلول هائی که به ولتاژ وصل نشده اند روشن بوده و تصویر متناظر در سمت راست مشاهده می شود.



شکل۱-۴. عملکرد یک نمایشگر بلور مایع. سلول هائی که به ولتاژ وصل نشده اند روشن بوده و تصویر متناظر در سمت راست مشاهده می شود. [۲]