

111107202
140211

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

110721

۸۷/۱/۱۰۷۲۵۲
۸۷/۱۲/۲۱



دانشگاه اصفهان
دانشکده علوم
گروه فیزیک

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته فیزیک گرایش ماده چگال
مطالعه و ساخت یک نوع لایه نازک فتورسپتور آلی برای استفاده در ماشین

زیراکس و چاپگر لیزری

استادان راهنما:

دکتر سید محمد حسن فیض

دکتر رسول ازتیان

پژوهشگر:

سید امیر محسن فرقی

تیرماه ۱۳۸۷

کتابخانه مرکزی دانشگاه اصفهان

۱۳۸۷ / ۱۲ / ۲۱

۱۱۰۷۲۱

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات
و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه
متعلق به دانشگاه اصفهان است.



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم پایه

گروه فیزیک

پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته ی فیزیک گرایش ماده چگال آقای سید
امیر محسن فرقی تحت عنوان

مطالعه و ساخت یک نوع لایه نازک فتورسپتور آلی برای استفاده در ماشین زیراکس و
چاپگر لیزری

در تاریخ ۱۳۸۷/۴/۱۲ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه عالی به تصویب نهایی رسید.

امضا هم

۱- استاد راهنمای اول دکتر سید محمد حسن فیض با مرتبه ی علمی دانشیار

امضا

۲- استاد راهنمای دوم دکتر رسول اژتیان با مرتبه ی علمی استادیار

امضا

۳- استاد داور داخل گروه دکتر حمید رضا فلاح با مرتبه ی علمی استادیار

امضا

۴- استاد داور خارج از گروه دکتر ابراهیم برز آبادی با مرتبه ی علمی دانشیار



بعد از سپاس فراوان از خداوند بزرگ، جا دارد از زحمات اساتید راهنمای
خود، جناب آقای دکتر فیض و جناب آقای دکتر اژئیان صمیمانه تقدیر و
تشکر کنم. و تشکر ویژه ای از آقای نخعی دارم که تلاش صمیمانه ای در
رفع مشکلات آزمایشگاه داشتند.

تقدیم

به

مادر عزیز

و

مهربانم

چکیده

برای تهیه یک نسخه کپی از یک متن یا یک تصویر کامپیوتری، از فن الکتروفوتوگرافی استفاده می شود. با توجه به مزایای زیاد مواد آلی نسبت به مواد معدنی، امروزه در زیروگرافی استفاده از این مواد بیشتر مورد توجه است زیرا مواد آلی، غیر سمی، انعطاف پذیر و ارزان هستند، همچنین، لایه نشانی آن ها، سریع و کم هزینه است. چون دارای نقطه ذوب پایین هستند. از مواد آلی استفاده کرده و تاثیر ضخامت لایه انتقال دهنده حامل بار را بر کیفیت گیرنده نوری مورد مطالعه قرار دهیم. موادی که از آن ها استفاده کردیم عبارتند از: فتالوسیانین اکسید تیتانیوم، در لایه تولید کننده حامل بار، اکسادیازول و چسب پلی متیل متاکریلات، در لایه انتقال دهنده حامل بار، و پلی آمید، در لایه سدکننده. برای این کار از روش لایه نشانی PVD استفاده شده است، و شش نمونه آزمایشگاهی گیرنده نوری آلی دو لایه ای ساخته شد و منحنی دشارژ تاریکی و روشنایی رسم شد. نتایج حاصل از آزمایش ها نشان داد که هر چه ضخامت لایه انتقال دهنده حامل بار افزایش پیدا کند، کیفیت تصویر کپی پایین تر می آید و سرعت کپی گیری هم کمتر می شود. البته برای قابل مقایسه بودن نتایج به دست آمده داشتن شرایط یکسان در حین لایه نشانی بسیار مهم و ضروری است که این مطلب در مورد لایه های ساخته شده، رعایت شده است.

کلید واژه: گیرنده نوری، لایه انتقال دهنده حامل بار، لایه تولید کننده حامل بار، منحنی دشارژ تاریکی،

منحنی دشارژ روشنایی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
فصل ۱ مقدمه	
۲	۱-۱. مقدمه
۳	۲-۱. دستگاه های زیراکس و چاپگرهای لیزری
۳	۱-۲-۱. اساس کار این ماشین ها
۴	۲-۲-۱. چاپگرهای لیزری سیاه- سفید و رنگی
۸	۳-۲-۱. زیراکس رنگی
۹	۳-۱. مراحل کار گیرنده نوری در فرایند زیراکس یا چاپگر لیزری
۹	۱-۳-۱. مرحله شارژ گیرنده نوری
۱۰	۲-۳-۱. مرحله نور دهی
۱۱	۳-۳-۱. مرحله ظهور
۱۲	۴-۳-۱. مرحله انتقال
۱۳	۵-۳-۱. مرحله ثبوت
۱۴	۶-۳-۱. مرحله پاک سازی
۱۵	۷-۳-۱. مرحله حذف الکتروستاتیکی
۱۶	۴-۱. گیرنده های نوری
۱۶	۱-۴-۱. انواع گیرنده نوری
۱۹	۵-۱. مشخصه های گیرنده های نوری در فرایند الکتروفوتوگرافی
فصل ۲ گیرنده نوری	
۲۱	۱-۲. مقدمه
۲۲	۲-۲. قابلیت پذیرش بار
۲۳	۳-۲. تخلیه در تاریکی
۲۷	۴-۲. تخلیه در روشنایی

عنوان	صفحه
۱-۴-۲. نوردهی پیوسته	۲۹
۲-۴-۲. نوردهی آنی	۳۸
۵-۲. بهره زیروگرافی گیرنده نوری	۴۱
۶-۲. بازدهی حامل بار تولید شده در اثر نور	۴۲

فصل ۳ گیرنده نوری آلی و خواص کیفی آن ها

۱-۳. دلایل انتخاب مواد آلی	۴۸
۲-۳. ساختار گیرندههای نوری آلی	۴۹
۳-۳. تولید و انتقال فوتوحامل بار	۵۱
۴-۳. بهرهی کوانتومی	۵۳
۱-۴-۳. گسیل فوتوالکترون	۵۳
۵-۳. تاثیر میدان های الکتروستاتیکی بر بازده کوانتومی	۵۵
۶-۳. تاثیر ضریب دیالکتریک و شدت میدان بر بازده کوانتومی	۵۷
۷-۳. شارژپذیری گیرندههای نوری	۵۹
۱-۷-۳. شدت میدان تخلیه خود به خودی	۵۹
۲-۷-۳. ناصافی سطح الکترودها	۶۰
۸-۳. پتانسیلهای اتصال دو لایه	۶۱
۹-۳. بارهای باقیمانده در لایهی گیرندهی نوری	۶۱
۱۰-۳. مکانیسم انتقال حامل های بار	۶۵
۱۱-۳. تاثیر اندازهی ذرات رنگدانه	۶۷
۱۲-۳. تاثیر خواص الکتریکی بستر بر تولید فوتوحامل بارها	۶۹
۱۳-۳. تاثیر ضخامت لایه انتقال دهنده حامل بار بر کیفیت کپی	۷۰

فصل ۴ تکنیک خلاء

۱-۴. انواع پمپ ها	۷۱
۲-۴. مکانیزم عملکرد پمپ ها	۷۲

عنوان

صفحه

- ۷۲ ۱-۲-۴. پمپ چرخشی
- ۷۵ ۲-۲-۴. پمپ پخشی
- ۷۸ ۳-۲-۴. پمپ تربو مولکولی

فصل ۵ کارهای تجربی

- ۸۲ ۱-۵. مقدمه
- ۸۳ ۲-۵. آماده سازی مواد
- ۸۳ ۱-۲-۵. ماده مورد استفاده در لایه تولید کننده حامل بار
- ۸۴ ۲-۲-۵. ماده مورد استفاده در لایه انتقال دهنده حامل بار
- ۸۵ ۳-۵. ساخت نمونه های مختلف گیرنده ی نوری آلی دولایه ای
- ۸۵ ۱-۳-۵. آماده سازی و تمیز کردن دستگاه
- ۸۷ ۲-۳-۵. آماده سازی و تمیز کردن زیر لایه
- ۸۷ ۳-۳-۵. لایه نشانی
- ۹۶ ۴-۵. رسم منحنی دشارژ تاریکی و روشنایی

فصل ۶ نتایج و پیشنهادها

- ۱۱۲ ۱-۶. مقدمه
- ۱۱۲ ۲-۶. نتایج
- ۱۰۶ ۳-۶. پیشنهادها

فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
۲	شکل ۱-۱. اولین کپی که به روش الکتروفوتوگرافی گرفته شد
۳	شکل ۲-۱. نمای کلی از مراحل مختلف زیراکس
۵	شکل ۳-۱. مکانیزم انتقال نور لیزر بر روی درام یک چاپگر لیزری
۶	شکل ۴-۱. نمای شماتیک یک چاپگر لیزری که مراحل مختلف ایجاد تصویر بر روی درام را نشان می دهد
۷	شکل ۵-۱. نمای شماتیک یک چاپگر لیزری که نحوه انتقال تونر از درام به صفحه ی کاغذ را نشان می دهد
۷	شکل ۶-۱. عبور کاغذ حاوی تونر از بین دو غلتک، متن یا تصویر بر روی کاغذ تثبیت می شود
۸	شکل ۷-۱. مراحل مختلف زیراکس رنگی در طرح شماتیک
۱۰	شکل ۸-۱. مرحله ی شارژ کرونایی
۱۱	شکل ۹-۱. مرحله ی نوردهی
۱۲	شکل ۱۰-۱. مرحله ی ظهور
۱۳	شکل ۱۱-۱. مرحله ی انتقال
۱۳	شکل ۱۲-۱. مرحله ی ثبوت
۱۴	شکل ۱۳-۱. مرحله ی پاک سازی
۱۵	شکل ۱۴-۱. مراحل حذف با ولتاژ AC
۱۶	شکل ۱۵-۱. مرحله حذف با نور شدید
۱۷	شکل ۱۶-۱. یک طرح شماتیک از ساختار یک گیرنده ی نوری معدنی با ماده ی نوررسانای
۱۸	شکل ۱۷-۱. یک طرح شماتیک از ساختار یک گیرنده ی نوری آلی دو لایه ای
۲۰	شکل ۱۸-۱. لایه ی سدکننده در میزان گپ بین دو منحنی تخلیه تاریکی تخلیه روشنایی مؤثر است

- شکل ۲-۱. شدت نور بیشینه برای میدان های متفاوت..... ۳۲
- شکل ۲-۲. گذار از تخلیه گسیل محدود (منحنی خط چین) به تخلیه بار فضایی مختل شده (خطوط پررنگ)..... ۳۷
- شکل ۳-۱. گیرنده ی نوری دولایه ای با لایه های جداگانه ی تولید کننده ی حامل های بار (CGL) به ضخامت $5-2 \mu m$ و لایه ی انتقال دهنده ی حامل های بار (CTL) به ضخامت $10-20 \mu m$ و لایه ی محافظ UCL به ضخامت $0.1 \mu m$ الکتروود جمع کننده ی حامل های بار به ضخامت حدود $0.05 \mu m$ و زیرلایه و یا نگهدارنده ی لایه، که غالباً از جنس آلومینیوم و یا رساناهای دیگری با ضخامت زیاد است (بالای $50 \mu m$) [۱۲]..... ۵۰
- شکل ۳-۲. یک طرح از گیرنده ی نوری دولایه ای و ساختار شیمیایی رنگدانه M_1 AZO و ماده ی انتقال دهنده ی حفره ی آمین M_2 همراه پتانسیلهای یونیزاسیون. یک طرح شماتیک واکنش rate-determining در حامل بار تولید شده در اثر نور حامل بار که با یک بازترکیب جفت در حالت پایه رقابت می کند. عامل واکنش دهنده یک جفت الکترون-حفره ی تولید شده بوسیله ی انتقال الکترون فوتو القایی است [۱۴]..... ۵۲
- شکل ۳-۳. منحنی های تجربی بازده کوانتومی برای فرکانسهای مختلف نور تابشی (از $400 nm$ تا $620 nm$) بر حسب شدت میدان الکتریکی اعمال شده به یک گیرنده ی نوری. علامت به دایره (••) برای لایه ای به ضخامت $44 \mu m$ و ضربدرها (x) برای لایه ای به ضخامت $3.4 \mu m$ است. خطوط پیوسته، محاسبه ی بازده کوانتومی بر اساس تئوری آنراگر است. اعداد سمت چپ روی منحنی ها فواصل اولیه جفت الکترون - حفره برای مدل آنراگر است [۳۳]..... ۵۶
- شکل ۳-۴. (الف) وابستگی بازده کوانتومی به شدت میدان الکتریکی با ثابتهای دی الکتریک مختلف r_0 فواصل اولیه ی جفت الکترون-حفره ها که برابر $2 nm$ و $T = 25^\circ C$. (ب) وابستگی بازده کوانتومی با ضریب دی الکتریک ثابت K به میدان های متفاوت r_0 فواصل اولیه ی جفت الکترون-حفره ها که برابر $3 nm$ و $T = 25^\circ C$ [۱۲]..... ۵۸
- شکل ۳-۵. منحنی شارژ و دشارژ تاریکی و دشارژ روشنایی یک سیکل کامل کپی گیری [۱۲]..... ۶۳
- شکل ۳-۶. منحنی پتانسیل سطحی دو سیکل کامل شارژ و دشارژ تاریکی و روشنایی. پتانسیل باقیمانده در سیکل دوم به طور محسوس بالاتر از سیکل اول است [۱۹]..... ۶۴

عنوان

صفحه

- شکل ۳-۷. افزایش پتانسیل باقیمانده در چند سیکل متوالی (منحنی نقطه چین). در نتیجه فاصله ی بیشینه ی (گپ) دو منحنی دشارژ تاریکی و دشارژ فوتوالقایی در سیکل هشتم به مراتب کمتر از مقدار آن در سیکل اول است. [۱۹]..... ۶۵
- شکل ۳-۸. جمعیت حجمی ذرات رنگدانه ی آسیاب شده برای مدت زمان های مختلف: اعداد روی دیاگرام ها زمان آسیاب کردن نمونه را از ۱ تا ۵ ساعت، نشان می دهند [۳۶]..... ۶۸
- شکل ۳-۹. نسبت بهره ی تولید فوتوحامل بار به شدت فوتوجریان و رسم آن بر حسب میدان الکتریکی خارجی. اعداد روی دیاگرام زمان آسیاب کردن است [۳۶]..... ۶۸
- شکل ۳-۱۰. نمودارهای شدت فتوجریان به میدان الکتریکی [۳۶]..... ۶۹
- شکل ۳-۱۱. نمودار شماتیک از تاثیر دام بر حامل های بار..... ۷۰
- شکل ۴-۱. نمونه پمپ چرخشی بازودار..... ۷۳
- شکل ۴-۲. پمپ چرخشی بازودار دو مرحله..... ۷۴
- شکل ۴-۳. پمپ چرخشی پیستونی، دریچه ورود هوای مخزن در داخل دسته پیستون تعبیه شده است..... ۷۴
- شکل ۴-۴. طرح شماتیک پمپ پخشی و نحوه عملکرد و قسمت های مختلف آن..... ۷۶
- شکل ۴-۵. منحنی سرعت پمپاژ مشخصه برای پمپ پخشی ($1s - 150$) (بدون تله سرمایی) ۷۷
- شکل ۴-۶. برهم کنش بین سطح متحرک و مولکول فرودی..... ۷۹
- شکل ۴-۷. طرح کمی از آرایش تیغه های چرخنده (روتور) نسبت به محور دوران. مسیرهای ممکن مولکول ها از سمت UHV به سمت پشتیبانی و برعکس به ترتیب به طریق هندسی با $\delta 1, \beta 1$ و $\delta 2, \beta 2$ تعیین می شوند..... ۷۹
- شکل ۴-۸. شکل (الف) نمای شماتیک از پمپ تریبو مولکولار و شکل (ب) سطح مقطع واقعی پمپ را نشان می دهد..... ۸۱
- شکل ۵-۱. نمای کلی از دستگاه لایه نشانی..... ۸۶
- شکل ۵-۲. نمای کلی از صفحه پایه و بوته چرخنده و قسمت های زیر محفظه اصلی..... ۸۶

عنوان

صفحه

- شکل ۳-۵. شیشه های لایه نشانی شده با ITO قبل و بعد از عملیات حرارت دهی ۹۰
- شکل ۴-۵. گرمکن موضعی ۹۰
- شکل ۵-۵. نا همواری سطح ITO و برازش آن ها به وسیله استوانه هایی با ارتفاع h با نیم کره هایی به شعاع انحنای r در شکل سمت چپ یک نمونه از این برازش ها نشان داده شده است..... ۹۴
- شکل ۶-۵. در شکل بالایی منحنی نقطه چین دشارژ تاریکی و منحنی کامل دشارژ روشنایی برای نمونه شماره ۱ که ضخامت لایه انتقال دهنده آن 50 nm است و شدت نور 300 لوکس است .. ۹۸
- شکل ۷-۵. در شکل بالا منحنی نقطه چین دشارژ تاریکی و منحنی کامل دشارژ روشنایی برای نمونه شماره ۲ که ضخامت لایه انتقال دهنده آن 150 nm است ۹۹
- شکل ۸-۵. در شکل بالا منحنی نقطه چین دشارژ تاریکی و منحنی کامل دشارژ روشنایی برای نمونه شماره ۳ که ضخامت لایه انتقال دهنده آن 500 nm است ۱۰۰
- شکل ۹-۵. در شکل بالا منحنی نقطه چین دشارژ تاریکی و منحنی کامل دشارژ روشنایی برای نمونه شماره ۴ که ضخامت لایه انتقال دهنده آن 1000 nm است ۱۰۱
- شکل ۱۰-۵. در شکل بالا منحنی نقطه چین دشارژ تاریکی و منحنی کامل دشارژ روشنایی برای نمونه شماره ۵ که ضخامت لایه انتقال دهنده آن 2000 nm است ۱۰۲
- شکل ۱۱-۵. در شکل بالا منحنی نقطه چین دشارژ تاریکی و منحنی کامل دشارژ روشنایی برای نمونه شماره ۵ که ضخامت لایه انتقال دهنده آن 3000 nm است ۱۰۳
- شکل ۱-۶. نمونه ای که به خاطر افزایش میدان الکتریکی دو سر آن تخلیه خودبخودی ۱۰۵

فهرست جدول ها

صفحه

عنوان

فصل ۵ کارهای تجربی

- جدول ۵-۱. شرایط لایه نشانی CTL به ترتیب برای نمونه های ۱ تا ۶ ۹۱
- جدول ۵-۲. شرایط لایه نشانی CGL برای هر شش نمونه ۹۲
- جدول ۵-۳. شرایط لایه نشانی لایه سد کننده برای هر شش نمونه ۹۳
- جدول ۵-۴. شرایط لایه نشانی آلومینیوم برای هر شش نمونه ۹۶
- جدول ۵-۵. داده های محاسبه شده در حضور نور فرودی با شدت ۳۰۰ لوکس ۹۷

فصل ۱

مقدمه

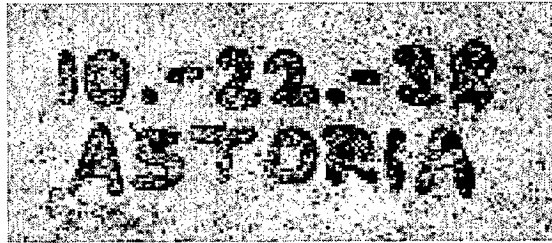
۱-۱. مقدمه

خاصیت فوتورسانایی^۱ مواد در سال ۱۸۷۳ کشف شد. مواد فوتورسانا موادی هستند که مقاومت الکتریکی آن‌ها در تاریکی و در حضور نور متفاوت است. برای اولین بار چستر کارلسون^۲ با استفاده از این خاصیت مواد توانست از یک متن به روش الکتروفوتوگرافی کپی بگیرد. الکتروفوتوگرافی، تشکیل یک تصویر

^۱ Photoconductivity

^۲ Chester Carlson

الکتروستاتیک نامرئی^۱ روی سطح یک گیرنده نوری^۲ است



شکل ۱-۱. اولین کپی که به روش الکتروفوتوگرافی گرفته شد

با پاشیدن جوهر روی تصویر نامرئی و قرار دادن یک کاغذ روی آن، یک کپی از الگوی اصلی به دست می آید. او در ۲۲/کتبر ۱۹۳۸ از یک متن که در آن، تاریخ آن روز و محل انجام آزمایش ذکر شده بود کپی گرفت شکل (۱-۱) [۱].

استفاده از الکتروفوتوگرافی، در هر چه گسترده تر شدن صنعت چاپ و انتشار کتب و نشریات نقش مهمی ایفا می کرده و از طرفی کاربرد آن در چاپگرهای لیزری، الکتروفاکس و حتی در حافظه های نوری لیزری نیز حائز اهمیت است. در چاپگرهای تجاری امروزی، همان مراحل کار کارلسون انجام می شود، اما برای تکرار سریع عمل کپی گیری، مراحل پاک کردن و آماده سازی مجدد به آن افزوده شده است.

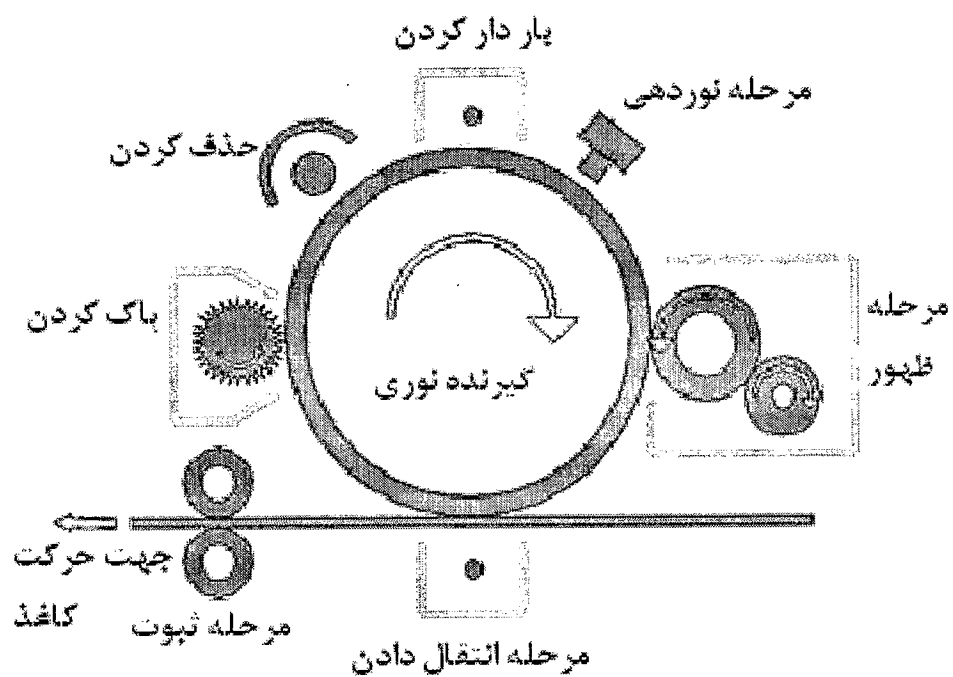
¹ Latent Image

² Photoreceptor

۲-۱. دستگاه های زیراکس و چاپگرهای لیزری

۱-۲-۱. اساس کار این ماشین ها

نحوه کار دستگاه زیراکس همانگونه که در شکل ۲-۱ نشان داده شده است دارای شش مرحله است. در ابتدای کار نور به یک الگوی واقعی تابانده شده و نور بازتاب شده از این الگو بر روی سطح گیرنده نوری باردار شده تأیید می شود.



شکل ۲-۱. نمای کلی از مراحل مختلف زیراکس

در نتیجه یک تصویر نامرئی الکتروستاتیک بر روی گیرنده نوری ایجاد می گردد، که بعد از آن این تصویر نامرئی با جذب ذرات پودر مرکب یا تونر باردار شده ظاهر و به سطح یک کاغذ (یا چیزی که می خواهند تصویر روی آن تشکیل شود) منتقل می گردد و یک کپی از الگوی اصلی به دست می دهد [۲].

در چاپگرهای لیزری هم مشابه عملیات بالا انجام می شود با این تفاوت که در آن ها یک الگو یا تصویر رایانه ای توسط نور لیزر به درام منتقل و به تصویر الکتروستاتیک تبدیل می شود. ما هم اکنون به نحوه کار دستگاههای زیراکس، چاپگرهای لیزری، اعم از سیاه و سفید و رنگی اشاره می کنیم.

۱-۲-۲. چاپگرهای لیزری سیاه-سفید و رنگی

چاپگرهای لیزری اولیه در سال ۱۹۷۰ و در مرکز پژوهشی پالو آلتو^۱ درست شد. در آن زمان مهندسان این مرکز بر روی این که چگونه از نور لیزر و توان آن در دستگاه های کپی گیری زیراکس می توان استفاده کرد، کار می کردند. در این مرکز پژوهشی نمونه بسیار جالبی از دستگاه های زیراکس طراحی شد که توانایی تهیه تصاویر و انواع شکل های فضایی بر روی صفحات کاغذ را داشتند. اما چاپگرهای متصل به رایانه کاراکترهای محدودی را می توانستند چاپ کنند. راه حل این مساله، استفاده از روش صحیح و آزموده شده ی زیروگرافی بود. اما مشکل اصلی، انتقال مستقیم تصویر از رایانه به سطح درام^۲ چاپگر- که یک گیرنده ی نوری است- بود. برای حل این مشکل از یک آینه ی خاص استفاده شد، که توانایی چرخش با سرعت بالا را داشت و بدین ترتیب می توانست نور لیزر مدوله شده را بر روی تمام سطح درام چاپگر منعکس کند. برای حصول این امر، سیستم لیزری یک

¹ Palo alto

² Drum

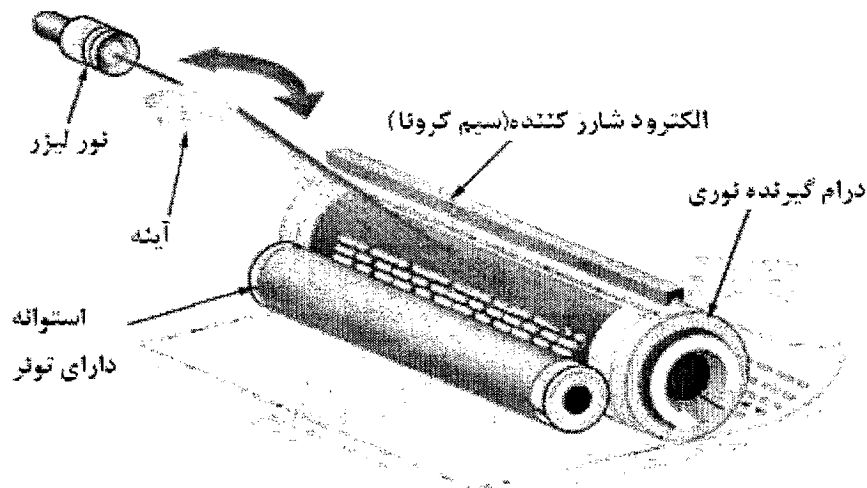
چاپگر باید از دقت بسیار بالایی برخوردار باشد. تجهیزات به کار رفته در سیستم لیزر یک چاپگر عبارتند از:

۱- یک تولید کننده‌ی نور لیزر

۲- یک آینه‌ی چند ضلعی^۱ با قابلیت چرخش با سرعت بالا

۳- یک عدسی^۲

برای چاپ یک متن رایانه‌ای، اطلاعات آن صفحه به صورت یک خط افقی در هر لحظه، از رایانه به لیزر می‌رسد- نقاط بسیار ریز که با قرار گرفتن آن‌ها در کنار هم متن یا تصویر را ایجاد می‌کنند- با توجه به اطلاعات دریافتی از رایانه، تولید کننده‌ی لیزر یک پالس نور، به ازای هر نقطه که باید چاپ شود، به سطح درام چاپگر می‌فرستد.



شکل ۱-۳. مکانیزم انتقال نور لیزر بر روی درام یک چاپگر لیزری

البته تولید کننده‌ی لیزر خودش توانایی انتقال باریکه‌ی لیزر بر روی سطح درام را ندارد بلکه باریکه را به سمت آینه‌ی قابل چرخش می‌تاباند و این آینه، نور لیزر را به سمت نقطه‌ی مورد نظر هدایت کرده و با کمک عدسی بر

^۱ Polygon Mirror

^۲ Lense