

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

آشکار سازهای تصویر

نویسنده: *Frederick .A. Rosell*

ترجمه و تنظیم: محمد باقر ذکری

استاد راهنما: مهندس اسد پور

پائیز ۱۵

مقدمه

گرچه نحوه کار نمایش تلویزیونی در اواخر سال 1920 شرح داده شده بود، با این حال نمایش تلویزیونی بعد از جنگ جهانی دوم به عنوان یک سرگرمی خانگی معرفی شد.

اساس پخش تلویزیونی، استفاده از سنسورهای تصویر برای تبدیل فوتون های تصویری به تصویر الکترونی، استوار است که این عمل مستلزم استفاده از لنز جهت متمرکز کردن تصویر بر سطح حساس به نور است که طی این کار تصاویر نورانی به تصویر الکترونی تبدیل می شود.

برای اینکه تصویر الکترونی قابلیت نمایش داشته باشد باید از نظر صحنه و چشم انداز دائماً توسط یک ناظر کنترل شود که به وسیله تبدیل دوباره تصویر الکترونی به تصویر قابل رویت انجام می گیرد.

تصویر ورودی ممکن است هر طیفی از باند فرکانسی مادون قرمز تا ماوراء بنفش، را شامل باشد و سنسور های تصویری مبدل های تصویری نامیده می شوند.

در این مطالب می خواهیم عملکرد مبدل های تصویر را به صورت دقیق در بخشی از طیف نوری مابین ماوراء بنفش تا نزدیکی های مادون قرمز بررسی کنیم.

جهت تبدیل تصویر الکترونی به فوتون تصویری باید الکترون های حاصل از عمل تبدیل، توسط یک شتاب دهنده به سرعت به صفحه فسفر سانس برخورد کرده و یک تصویر قابل نمایش تشکیل دهند.

در جنگ جهانی دوم "اسنپرسکوب" به عنوان یک فیلتر مانع از دیده شدن طیفی از تصویر قابل مشاهده می شد و با عبور دادن محدوده مادون قرمز به عنوان وسیله دید در شب به ادامه حرکت سربازان پیاده نظام در تاریکی کمک می کرد.

بعد از جنگ جهانی دوم تصویر الکترونی حاصل از صحنه مورد نظر با استفاده از روش چند برابر کنندگی (تشدید کنندگی) تقویت شده و موجب فراهم شدن امکان تبدیل تصاویر به تصویر الکترونی در صحنه ها با سطح روشنایی پائین به صورت طبیعی (همراه با سو سو) می شد.

در صنعت پخش تلویزیونی از دوربین های حبابی برای استفاده های سرگرمی استفاده می شد.

یک دوربین حبابی استاندارد از یک "ارتیکون" تصویری (IO) استفاده کرده بود که این دوربین به دلیل استفاده از یک مکانیزم برای بالا بردن بهره سنسور در تبدیل نور به تصویر الکترونی و همچنین استفاده از یک پیش تقویت کننده با نویز کم برای تقویت تصویر الکترونی، دارای حساسیت بالائی بود.

در مورد تصاویر با میزان نور صحنه کم صفحه شیشه ای استاندارد ارتیکون با یک سطح از جنس فیبر نوری جایگزین می شد، که این سطح بایستی با استفاده از فیبر نوری مستقیماً به انتهای سطح تشدید کننده متصل می شد.

بالا بردن بهره ذاتی و استفاده از حباب تصویر "ایزوکون" موجب بهبود عملکرد ارتیکون شده بود که این امر باعث حذف بیشتر نویز در تصاویر با نور کم صحنه می شد و این ادوات برای افزایش مضاعف بهره، پیشرفت کردند.

به موازات افزایش مضاعف بهره از دوربین های حبابی با بهره ذاتی بالا استفاده می شد. برجسته ترین کار در این مورد استفاده از حباب های دوربین از نوع " رسانی الکترون ثانویه " بود که این حباب ها با استفاده از ماتریس دیودی از جنس سیلیسیم میزان بهره ذاتی دوربین را افزایش می داد و با استفاده از خاصیت "تحریک رسانی الکترون ثانویه " در این نوع دوربین ها به بهره بالاتری دست یافته بودند که این ادوات با نام های تجاری مختلفی از جمله "ESB", "SIT" رواج یافته بودند، بهره مضاعفی که این دوربین ها داشتند حاصل عمل "رسانی تحت بمباران الکترونی" بود. به وجود آمدن قطعات جدید باعث تولید دوربین هایی با حجم کم ، وزن پائین و از همه مهمتر با قابلیت تطبیق پذیری بالا، شد.

در دوربین های با دسترسی فعال ورودی با استفاده از پالس لیزر، در شرایط محیط تاریک تصاویری با درجه کنتراست بالا تولید می شود.

با ظهور ادوات جدید از محبوبیت ادوات دید در شب غیر فعال ، کاسته شد و دولت ها نیز با اعلام حمایت خود از ادوات دارای تشدید گر موجبات پیشرفت و تکامل اینها را فراهم کردند. در سال 1950 شرکت " RCA " اعلا کرد که به پیشرفت جدیدی در زمینه " ویدیکون " دست یافته و سطوح حساس به نوری را تولید کرده است که از تکنولوژی نور رسانی تبعیت می کند اما این ویدیکون ها حساسیت کمی داشته و ثبت تصویر در آنها بر اثر عواملی با تاخیر صورت می گیرد ولی با این حال با ظهور مدارات ترانزیستوری دوربین ها در حجم کم، قابل حمل و با قیمت پائین ساخته شدند.

ویژگی سطوح نوری جدیدی که در دسترس قرار گرفته بودند استفاده از یک لایه "اکسیدسرب" در قسمت ثبت تصویر حباب بود و به عنوان یک استاندارد صنعت پخش جای " IO " را گرفتند. به آرامی برای حباب های تصویری جایگزین های زیادی معرفی شد که مورد استقبال قرار گرفتند و در تحقیقات علمی نیز رویه پیشرفت سرعت گرفته و منجر به تولید ادوات تصویری حالت جامد شد که هم اکنون این ادوات از نظر برخی ویژگی ها با حباب های خلا برابری و حتی از آنها برتر هستند و در ادامه با ظهور روش اتصال ادوات با بهره بالا و سرعت یافتن تولید ادوات تصویری حالت جامد ، دسترسی به تصاویر با کیفیت بالا در صحنه هایی با سطح نور کم امکان پذیر شد.

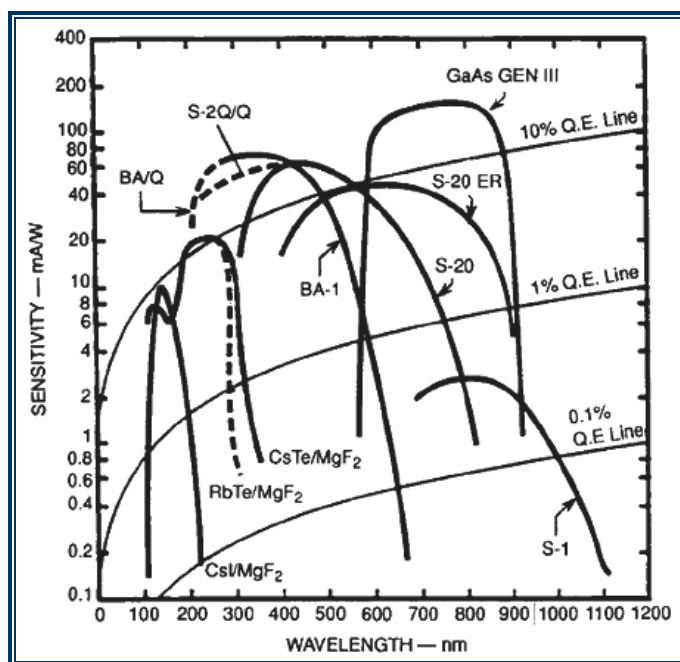
بخش اول : سطوح حساس به نور

3 نوع عمومی سطوح حساس به نور که در محدوده طیفی ماوراء بنفش تا نزدیکی های مادون قرمز کار می کنند در ادوات تصویری به کار می روند عبارتند از " گسیل نوری "، "فتو ولتایی " و " نور رسانائی " که پارامتر های اولیه این ادوات، مقدار بهره و مکانیزم حذف نویزی باشد و همچنین در بسیاری موارد سطوح نوری در سیستم ثبت تصاویر به درد می خورند و از دیگر پارامتر - های آنها می توان به زمان جایگیری ، ظرفیت ثبت تصاویر ، ضبط و نگهداری از تصاویر به صورت فریم به فریم و در دسترس قرار دادن حساسیت لازم ، اشاره کرد.

اصول کاری مبدل های تصویری قابل فهم بوده و از بحث در مورد نحوه تبدیل تصویر به تصویر - الکترونی نمی توان صرف نظر کرد.

نور گسیل ها

وقتی تصاویر نوری بر روی یک ماده نور گسیل می افتد الکترون های آزاد ماده به صورت خود به خود شروع به گسیل شدن ، می کنند و مواد نور گسیل که در دوربین های حبابی استعمال می شوند عموماً نیمه شفاف بوده و بهره آنها به مقدار 20% محدود است، چنانکه شکل 1 نشان می دهد مواد نور گسیل برای تمام باند طیف مرئی در دسترس می باشند.



شکل 1

ماده نوع S-1 فقط در اسنپرسکوب های جنگ جهانی دوم استفاده شده بودند که بیشترین پاسخ محسوس آنها در طول موج ماوراء 0.9 μm است و خاصیت زیاد گسیل گرما یونی آنها در دمای اتاق (10^{-11} to 10^{-12} lm/ cm²) در مقابل ماده نوع S-10 که دارای گسیل گرما یونی (10^{-13} to 10^{-14} lm/ cm²) و ماده نوع S-20 که دارای گسیل گرما یونی (10^{-15} to 10^{-16} lm/ cm²) می باشد، قابل توجه است .

می توان گسیل گرما یونی ماده نوع S-1 را توسط خنک کننده های نقطه ای ، ترمو الکتریک کاهش داده و به میزان قابل پذیرش رساند .

برخی از مقادیر معلوم از حساسیت اجسام در جدول 1 نشان داده شده اند

نوع ماده گسیل نوری	حساسیت به روشنایی ($\mu\text{A} / \text{lm}$)
S-1	20
S-10	40
S-20	150
S-20 ER	200-450
GaAs	1000-2000

جدول 1

در این جدول منبع نور یک جسم با دمای 2854 K است که در اکثر آزمایشگاه ها از یک لامپ تنگستنی ساده تشکیل می شود و باند طیفی سنسور ها توسط یک فیلتر ، طیفی نا محدود فرض شده است.

با تکیه بر روش تجزیه و تحلیل میزان حساسیت به نور یک سنسور از رابطه زیر بدست می آید.

$$S_L = \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} S(\lambda) E_s(\lambda) d\lambda}{680 \int_{0.40}^{0.76} \bar{y}(\lambda) E_s(\lambda) d\lambda} \quad \frac{\text{A}}{\text{lm}}$$

در این رابطه $\bar{y}(\lambda)$ وابسته به پاسخ طیفی چشم افراد است و $S(\lambda)$ پاسخ طیفی سنسور است (بر حسب A/W) همچنین $E_s(\lambda)$ طیف تابشی ناشی از منبع نور است (بر حسب W/m²).

به یاد داشته باشید اگر پاسخ طیفی معلوم $S(\lambda)$ باشد، مقدار بهره $Q(\lambda)$ می تواند از رابطه زیر بدست آید.

$$Q(\lambda) = \frac{1.24 S(\lambda)}{\lambda} \quad \text{electrons/photon}$$

در اینجا (λ) طول موج بر حسب μm است.

حد نهائی کارآیی برای هر سیستم تصویری را میزان نویز موجود در عمل تبدیل فوتون به الکترون معلوم می کند که این نویز برابر با " ریشه میانگین مربعی " جریان حاصل از نور است و این جریان از رابطه زیر به دست می آید.

$$i_n = (2ei \Delta f)^{1/2} \quad A$$

در این رابطه e عبارت است از بارالکتریکی یک الکترون و ΔF نیز عبارت است از پهنای باند اندازه گیری بر حسب Hz.

سطوح حساس به نور هدایت نوری و فتو ولتایی

پیشرفت ویدیکون که بر پایه یک فتوکاتد از جنس " تری سولفید آنتیمتوان " با پاسخ طیفی (S-18) ساخته می شود، منجر به پیشرفت قطعات هدایت نوری شد و پاسخ طیفی S-18 شبیه به پاسخ طیفی چشم است.

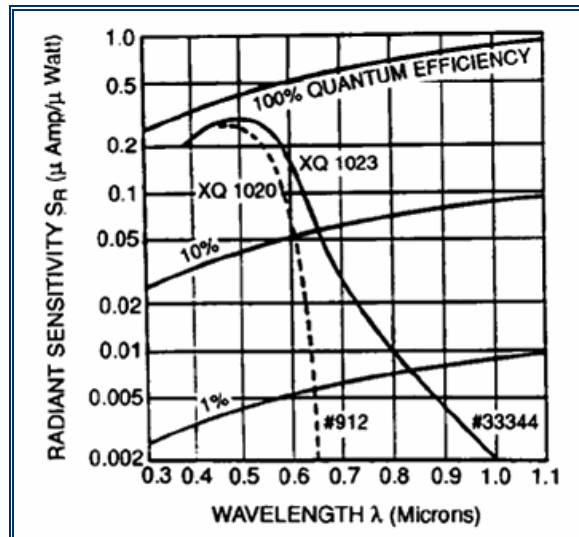
یک ویدیکون، ارزان، کم حجم و ساده بود که دوره زمانی کاربردش در صنایع تصویری طولانی بود. از عیب های اولیه ویدیکون ها می توان به پاسخ غیر خطی به تصویر ورودی و تاخیر در ثبت تصویر صحنه های با سطح نور کم اشاره کرد.

برای ساخت ادوات تصویری با پاسخ آنسوی $2\mu\text{m}$ می توان از ویدیکون استفاده کرد. معمولاً ادوات هدایت نوری استفاده شده در دوربین های حبابی دارای ساختمانی با آرایش الکترون-حفره هستند و بنابراین علاوه بر نویز موجود در عمل تبدیل نور دارای نویز ناشی از تحولات بین الکترون ها و حفره ها که به صورت جریان rms است، نیز می باشد که مقدار آن از رابطه زیر بدست می آید.

$$i_n = (4ei \Delta f)^{1/2}$$

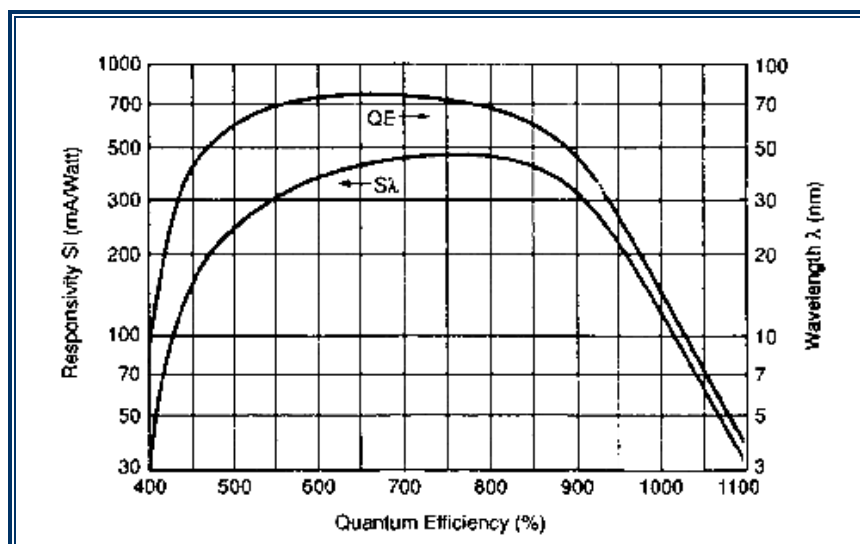
نویز موجود در سطوح فتو ولتایی مانند نویز سطوح هدایت نوری است.

یک سطح " اکسید سرب " که مناسب این گروه از ادوات بود، در ساختمان یک ویدیکون استفاده شده بود و به عنوان یک استاندارد در استفاده های تجاری صنعت پخش جای IO را گرفته بود. همان طور که شکل 2 نشان می دهد پاسخ طیفی هر دو نوع از این سطوح شبیه هم است و با بهینه سازی این سطوح پاسخ آنها به طیف قرمز اصلاح شده است



شکل 2

بیاد داشته باشید که در ویدیکون ، تصویر الکترونی تا یک مقدار مناسب از نسبت سیگنال به نویز پیش تقویت می شود. بیشترین سطوح نوری که در صنایع نظامی کاربرد دارد معمولاً بر پایه " سیلیکون " ساخته می شوند و این سطوح نوری با بیش از 2000 دیود زیر بنای ماتریس های دیودی را تشکیل می دهند . خاصیت منحصر به فرد این سطوح عبارت است از اینکه پاسخ طیفی این سطوح تا نزدیکی های مادون قرمز توسعه یافته است (چنانچه شکل 3 نشان می دهد)



شکل 3

بخاطر داشته باشید که به وسیله یک پوشش یا دیگر مراحل تولید می توان پاسخ طیفی هر سطح نوری را اصلاح کرد.

به طور عادی ادوات هدایت نوری و فتوولتایی تنها به عنوان سنسور تصویری استعمال نمی شوند بلکه در ادوات باز خوانی الکترونیکی به عنوان یک ذخیره کننده تصویر نیز کاربرد دارد.

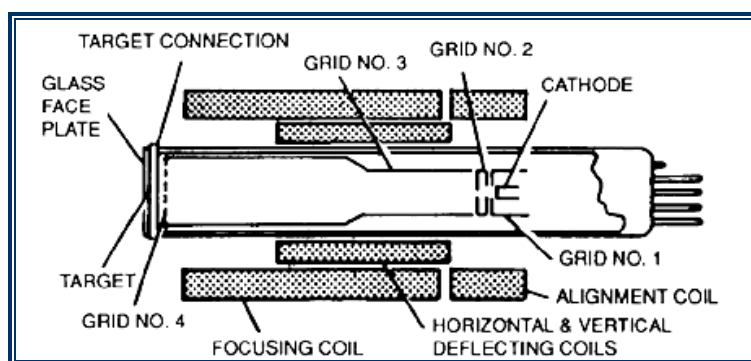
بخش دوم : حباب های تصویری

ادوات تصویری حالت جامد در دهه های بعد توانستند به جای حبابهای خلا تصویری در کاربرد های صنعتی و نظامی استفاده شوند و از نظر تنوع و تطبیق پذیری توانستند از حبابهای تصویری پیشی بگیرند تفاوت این ادوات این بود که حبابها قطعاتی آنالوگ هستند ، سرعت اسکن یک خط در حبابها بیشتر است، حبابها می توانند در سیستم های فعال به آسانی تصاویر را از فواصل دور ثبت کنند و همچنین در حبابها با استفاده از روش های الکترونیکی می توان تصاویر را برای میدان دید مناسب بزرگنمایی کرد

ویدیکون ها

در حدود یک دهه قبل از اختراع ویدیکون ها " ارتیکون های " تصویری مورد استفاده قرار می گرفتند و ساختمان یک ویدیکون ساده است و یک سطح باز خوانی شبیه آن با بهره ذاتی، بارها در دوربین های حبابی استفاده شده بود.

ساختمان ویدیکون ها از یک ماده نوررسانا یا یک سطح فتو ولتایی که شامل یک ماده از قبیل { تری سولفید آنتیمتوان ، اکسید سرب یا سیلیکون } است، تشکیل می شوند و مقدار بهره این قبیل مواد می تواند خیلی زیاد باشد اما از یک مقدار قابل قبول برای کاربرد های تصویری نمی تواند بیشتر باشد ولی با این حال ویدیکون ها به علت داشتن نویز در عمل تبدیل و وجود تاخیر در ثبت تصویر دارای حساسیت پائین هستند که به این دلیل کاربرد آنها به سطح روشنایی روز محدود می شود. طرح کلی یک نمونه ویدیکون در شکل 4 نشان داده می شود.



شکل 4

در این شکل دیده می شود که یک قطب سیگنال در سطح خارجی صفحه وجود دارد و سطح حساس به نور یا سطح نشانگاه بر روی قطب سیگنال قرار دارد ، معمولاً قطب سیگنال با یک ولتاژ مثبت 15 الی 40

ولتی نسبت به تفنگ الکترونی بایاس می شود و در کنار سطح فتو کاتد یک تفنگ الکترونی متصل به یک پتانسیل بالا مرتباً عمل جاروب تصویر را به وسیله پرتو الکترونی انجام می دهد.

هر گاه نور بر روی یک عنصر با قدرت تشخیص نور بیفتد در طی زمان بین دو اسکن متوالی الکترون هادر داخل سطح نوری تولید شده و در یک مسیر مختص به خود در جهت تخلیه بارهای الکتریکی ذخیره شده در سطح نوری، شروع به حرکت می کنند با این حال جریان تولیدی تا زمانی که پرتو الکترونی بار دیگر نقطه جرقه الکتریکی را عبور دهد، نمی تواند در نشانگاه خارجی که از جنس سرب است جاری شود. وظیفه پرتو الکترونی تخلیه بار الکتریکی فتوکاتد به صورت نقطه ای است که این عمل موجب بازگشت مقدار بار آن نقطه به مقدار پتانسیل کاتد تفنگ الکترونی شده و عبور این جریان شارژ از درون نشانگاه منجر به ایجاد سیگنال تصویر می شود که تصویر ثبت شده نتیجه ای مطابق بر واقعیت از تصویری که بر روی سطح نوری افتاده و بارهای آن را تخلیه کرده است، می باشد و این تصویر دائماً در حال عبور از پرتو الکترونی است.

بارهای الکتریکی توسط پرتو در مدت زمان بین دوره تناوبی اسکن تصاویر جایگزین میشوند، این دوره تناوبی زمان فریم نامیده می شود که در عمل این زمان برابر $1/30$ ثانیه می باشد.

در اینجا 3 زمان مهم در بهره برداری از حباب ثابت می باشند،

- 1) زمان ثبت سیگنال تصویر پایدار یا زمان آرامش دی الکتریک که شامل، ثابت زمانی پایداری لایه است که طول این زمان باید با زمان فریم قابل مقایسه باشد
- 2) زمان هم پیوندی سطح نوری با خودش است که این کار توسط تحرک حامل های بار انجام می شود
- 3) زمان ثابت بازخوانی که حاصل ضرب زمان پایداری پرتو الکترونی در ظرفیت هدایت نوری می باشد هر دو زمان اولی و دومی که در کل میزان سرعت و بهره بازخوانی سیگنال را نشان می دهند، بایستی کوتاه باشند.

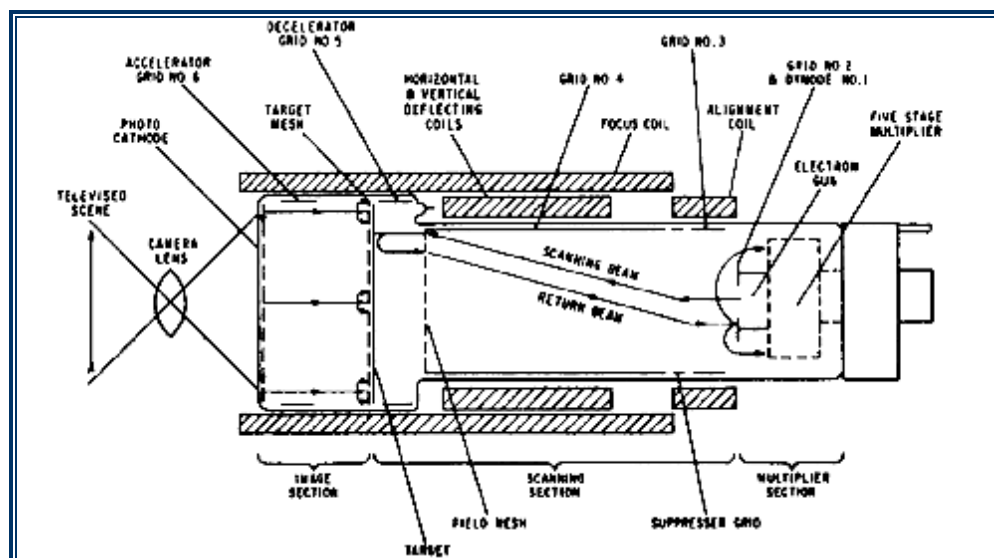
حباب دوربین با بهره ذاتی

عمده مقدار نویزی که حساسیت یک ویدیکون را محدود می کند فقط شامل نویز تولیدی در طی عمل تبدیل نیست بلکه شامل نویز ناشی از پیش تقویت کننده نیز می باشد که برای حل این مشکل از یک فتو کاتد گسیل نوری استفاده کرده و تصویر الکترونی خام را قبل از باز خوانی توسط پرتو الکترونی تقویت می کنیم.

معمولاً نشان گاه دوربین حبابی در تماس با شتاب دهنده الکترون است و هر دو اینها به عنوان وسیله ثبت تصویر و مکانیزم بهره به کار می روند.

ارتیکون و ایزوکون های تصویری

یکی از حباب های دوربین اولیه که دارای نشانگاه با بهره ذاتی بود ، ارتیکون تصویر بود که طرح آن در شکل 5 نمایش داده می شود.



شکل 5

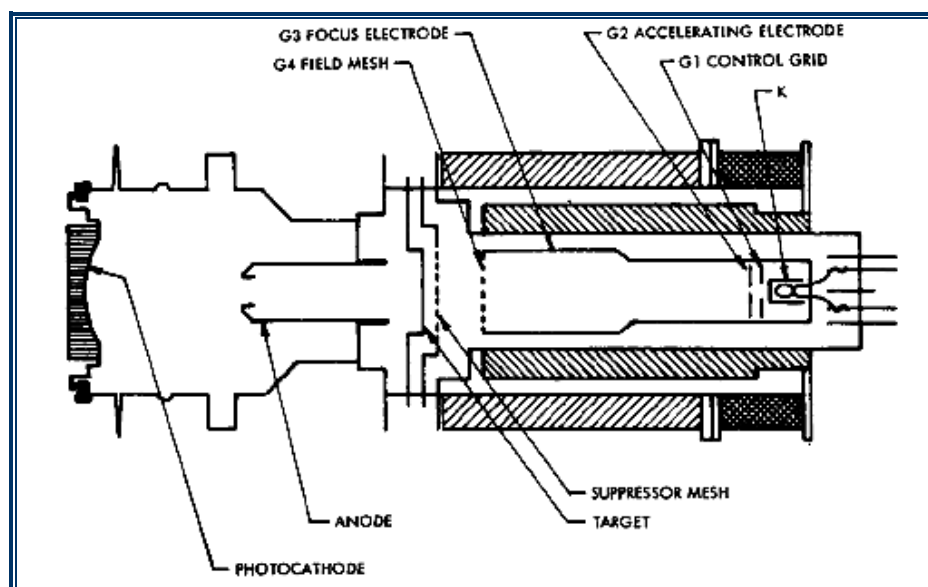
این نوع حباب تصویری از یک سیستم متمرکز کننده و انحراف دهنده مغناطیسی استفاده کرده است و یک سطح حساس به نور از نوع گسیل نوری به کار برده که توسط این سطح تصویر الکترونی تولید و به سوی نشانگاه شتاب داده می شود و برخورد الکترون به نشانگاه (که در اصل از شیشه ساخته شده است) منجر به تولید الکترون ثانویه می شود که الکترون تولیدی توسط شبکه نشانگاه جمع آوری می شوند و بعد از این مرحله توزیع بار الکتریکی بر روی نشانگاه پدید می آید که به مدت زمان یک فریم نگه داشته شده و سپس توسط یک پرتو الکترونی باز خوانی می شوند و جریان پرتو به یک ضرب کننده الکترونی باز می گردد ، جریان سیگنال شامل جریان پرتو الکترونی است که از مقدار جریانی که برای تغذیه نشانگاه استفاده شده است ، کمتری باشد.

بهره نشانگاه این نوع حباب ها فقط در حدود 4 بود و این بهره را بهره ذاتی می نامیم که با این همه نویز همراه تصویر رامی توان با استفاده از ضرب کننده های الکترونی کاهش داد و در نتیجه یک حباب تصویری بدست آمد که می توانست در شرایط نوری استودیو های پخش تلویزیونی جهت تصویربرداری به کار رفته و برای سال های طولانی جهت این کار برگزیده شود. مدتی بعدیک ماده نشانگاه جدید معرفی شد که شامل یک غشاء نازک از " اکسید منیزیم " بود و بهره آن به حدود 20 رسیده بود و روند اصلاح حساسیت ادامه یافت.

حباب دیگری که بر پایه ارتیکون تصویری ساخته شده بود " ایزوکون " تصویری بود ، در یک ارتیکون معمولی ، در یک صحنه تاریک مقدار زیادی نویز بوجود می آمد زیرا تمامی پرتو مدوله نشده به ضرب کننده الکترونی بر می گردند اما در ایزوکون الکترون های مدوله نشده ، بلوکه می شوند. O ایزوکون دارای سیستم متمرکز کننده تصویر از نوع مغناطیسی هستند و تصاویر بدست آمده از این ادوات دارای صحت هندسی و یکسانی بالائی هستند.

حباب های تصویری از نوع SEC و EBS

حباب های دوربین در سال 1960 تکامل یافته بودند و آن گونه که شکل 6 نشان می دهد این ادوات دارای سیستم کانونی کردن تصویر از نوع الکترواستاتیکی هستند.



شکل 6

به طور نمونه تصویر الکترونی که توسط قسمت تصویر شکل گرفته است بوسیله یک ولتاژ بالا (حدود 10Kv) به سمت نشانگاه با بهره ذخیره ، شتاب داده می شود که این تصاویر از بالا به پائین وارونه و از چپ به راست معکوس می شدند و فایده سیستم کانونی کردن الکترواستاتیکی این است که آن در مورد وزن ، امکان بزرگنمایی تصویر و تنظیم سطح نور تصویر به صورت الکترونیکی و قطع متناوب تصویر پر فروغ است.

دو نوع از نشانگاه ها در پیکربندی بالا کاربرد دارند :

1) اولین نوع نشانگاه مرکب بود از یک لایه پر خلل و فرج از جنس " کلراید پتاسیم " که بر روی یک لایه نازک از " اکسید آلومینیوم " نشاندگی شده بود و تصویر الکترونی حاصل از نور در تماس با نشانگاه

موجب ایجاد الکترون ثانویه در داخل لایه کلراید پتاسیم می شود که این امر باعث تشکیل بهره می شود و بهره این نوع حباب دوربین که " هدایت ثانویه الکترون " (SEC) نامیده می شوند به طور نمونه برابر 120الی150 می باشد.

2) نشانگاه های دیگری که در ساختمان حباب های دوربین با بنیان یکسان استعمال می شوند از یک آرایش از دیود های " اکسید سیلیسیم " با چگالی حدوداً 2000 عدد درواحد اینچ تشکیل یافته است و بهره ای که از این نوع نشانگاه ها به دست می آید در حدود 1500 الی 2000 می باشد که این نوع از نشانگاه ها به طور جامع در حباب های دوربین از نوع " SEBIR " (پاسخ تحریک بمباران الکترون ثانویه) مشاهده می شوند اما به صورت بهتر در حباب های دوربین از نوع "SIT" (حباب تشدید سیلیکون) و یا در نوع " EBS " (بمباران الکترونی سیلیکون) مشاهده می شوند که حباب های نوع SIT و EBS معمولاً بیشترین استفاده را در کاربرد های نظامی دارند.

تمامی حباب های تصویری که در بالا به آنها اشاره شد از نظر حساسیت تصویری در نور کم ، در رده حباب های با حساسیت متوسط قرار می گیرند ، با این حال حباب های SIT به ویژگی قابلیت استفاده در سطح پائین روشنایی صحنه نزدیک هستند.

غالب اوقات حباب دوربین تصویربرداری دارای زمان ثابت باز خوانی و بهره ذاتی می باشند که این بهره بایستی از میزان حذف نویز فتو الکترونی (به منظور حذف عوامل ایجاد کننده تاخیر در تصویر) ، بیشتر باشد و حباب های دوربین فوق الذکر می توانند به همراه یک صفحه از جنس فیبر نوری به منظور اتصال خودشان به ادوات تقویت نور (به عنوان یک تشدید کننده) تولید شوند.

تشدید کننده های تصویر

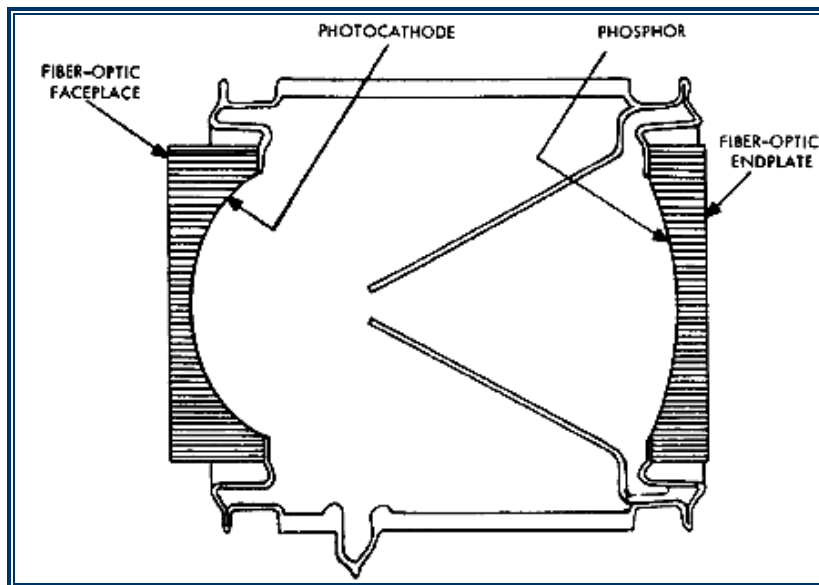
وظیفه تشدید کننده های تصویر یا مبدل های تصویر ، تقویت تصویر صحنه است. تصویر تقویت شده حاصل از حباب های تصویر را می توان مستقیماً نمایش داد ، یا بوسیله فیبر نوری (یا لنز) به یک تشدید کننده تصویری یا یک حباب تصویری دیگر ، انتقال داد. تشدید کننده های تصویری اولیه که شامل اینها بود در اسنیپرسکوب های جنگ جهانی دوم استفاده شده بودند و از نوع دوقطبی (یا اگر در آنها یک قطب برای قطع متناوب جایگذاری شده باشد سه قطبی) بودند و " تشدید کننده با تولید اولیه " نامیده می شدند.

بتازگی تشدید کننده ها در حال پیشرفت هستند که این پیشرفت شامل استفاده از یک تقویت کننده "صفحه ریز شیار " (MCP) برای هموار کردن دستیابی به بهره بالا ، می باشد و حباب های "تولید ثانویه" شامل یک تقویت کننده MCP بوده و می توانند به همراه هر نوع فتوکاتد گسیل نوری استفاده شود و حباب " تولید سومی " به طور اساسی یک حباب تولید ثانویه با ورودی هدایت نوری از جنس

" گالیم آرسناید " است.

تشدید کننده تولید اولیه

شمای یک تشدید کننده تولید اولیه با سیستم متمرکز سازی ، الکترو استاتیکی در شکل 7 نشان داده می شود.



شکل 7

در شکل بالا صفحه فیبر نوری به دومنظور به کار می رود :

- 1) اجازه اتصال تشدید کننده ها یا دیگر ادوات تصویری را می دهد.
 - 2) طراحی لنز الکترونی که به منظور تصحیح انحناء تصویر استفاده می شود را آسان می سازد.
- قطعه نشان داده شده در شکل 7 یک دو قطبی می باشد و اگر شبکه بندی مناسب بتواند به عنوان یک پیشنهاد برای قاب بندی تصویر با ، یک ولتاژ مثبت شود، آن به قطع سریع ولتاژ سرتاسر قطعه (حدود 15Kv) در مدت زمان کوتاه نیازمند است.

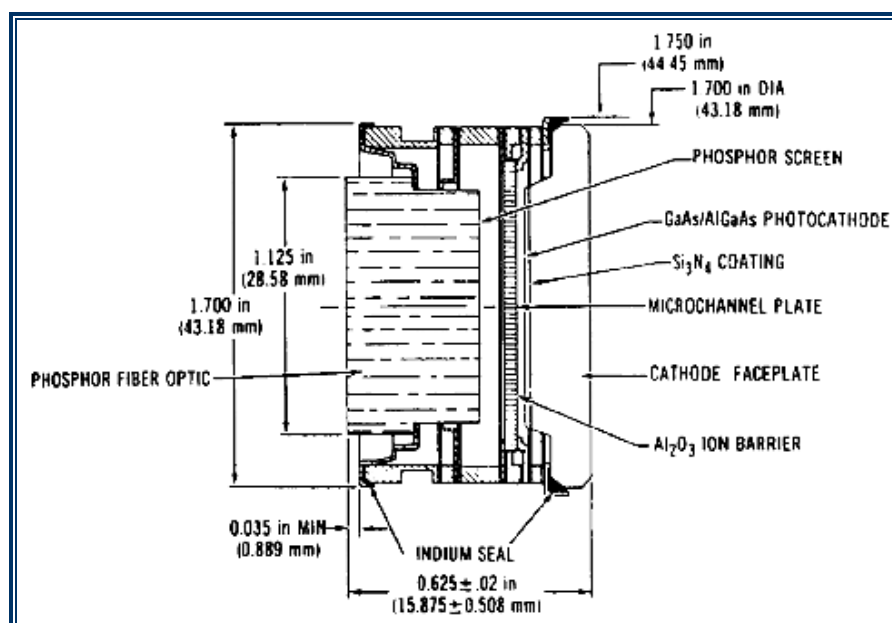
فسفر سانس خروجی معمولاً به طور قراردادی از سطح نوع P-20 است و انصافاً دارای طیف باریکی در مابین 0.53 الی 0.55 (μm) است که این طیف به طول موج حداکثر حساسیت چشم نزدیک می باشد و قوتکاتد ورودی هم معمولاً یک سطح از نوع S-20 یا S-20VR می باشد که نور گسیل نوع S-20 برای اتصال به سایر تشدید کننده ها انتخاب خوبی است ، در صورتیکه سطح نوع S-20VR در نزدیکی های طیف مادون قرمز دارای حساسیت مضاعفی می باشد و به همین دلیل این ماده برای بسیاری از کاربرد های نظامی انتخاب خوبی است.

بهره ناشی از برخورد الکترون های پر انرژی به سطح فسفرسانس تقریباً برابر 1000 فوتون بر الکترون است اما بهره روشنایی به دلیل پائین بودن بهره سطح حساس به نور و وجود تلفات در مسیر عبور ، به حدود 100 محدود می شود و بخشی از این بهره حاصل این است که فسفرسانس مورد استفاده تازه است.

برای دوربین های دید در شب که برای دیدن تصاویر در دست گرفته می شوند (دوربین چشمی) سه عدد تشدید کننده تولید اولیه به صورت آبشاری به هم اتصال می یابند به طوری که سمت خروجی یکی از اینها به ورودی دیگری و متصل می شوند.

تشدید کننده های تولید ثانویه و سومی

یک تشدید کننده تشدید ثانویه در شکل 8 نشان داده می شود.



شکل 8

همان طور که در شکل دیده می شود تقویت کننده " صفحه ریز شیار " جهت میانجیگری در بین صفحه فسفرسانس و کاتد نوری ، استفاده شده است که این تقویت کننده به سطح فسفرسانس نزدیک تر است .

MCP دارای آرایش دو بعدی از شیشه حفره دار است که هسته فیبرها از سمت خارجی سیاه کاری شده و سمت داخلی هر فیبر نیز با یک سطح نازک پوشانده شده اند که این سطح به عنوان نور گسیل ثانویه عمل می کند .

تصویر الکترونی که به وسیله فتوکاتد ورودی تولید می شود توسط MCP تقویت شده و بعد از تقویت با شتاب مضاعفی به سوی سطح فسفرسانس حرکت می کند.

بخش سوم : ادوات تصویری حالت جامد

ادوات تصویری حالت جامد بیش از دو دهه در حال پیشرفت و توسعه هستند و اکنون در تمام عملکرد ها می توانند بر حباب های تصویری چیره شوند و احتمالاً در دهه های آینده این ادوات کاملاً حباب های تصویری را از رده خارج خواهند کرد .

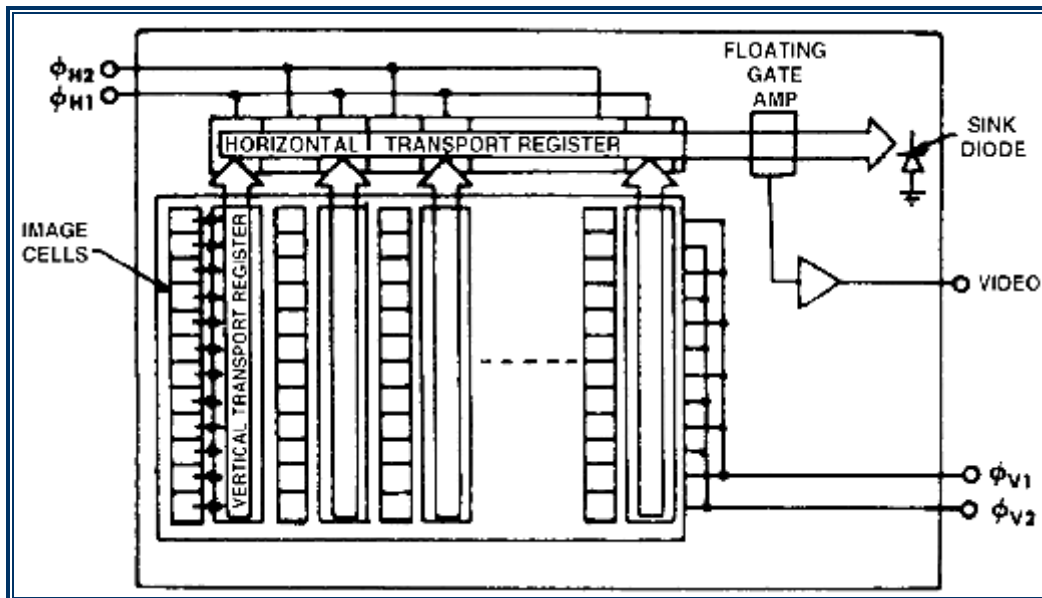
در مورد ادوات تصویری حالت جامد سه نوع آرایش معروف وجود دارد :

(1) آرایش " قطعه اتصال بار الکتریکی (CCD) با انتقال در سطر

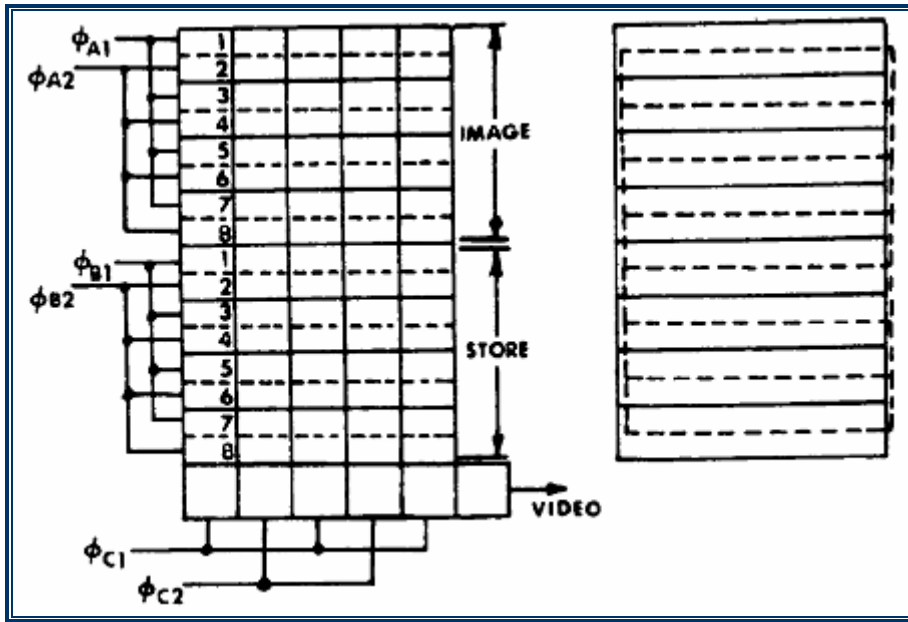
(2) آرایش CCD با انتقال در فریم

(3) ادوات تزریق بار الکتریکی (CDIs)

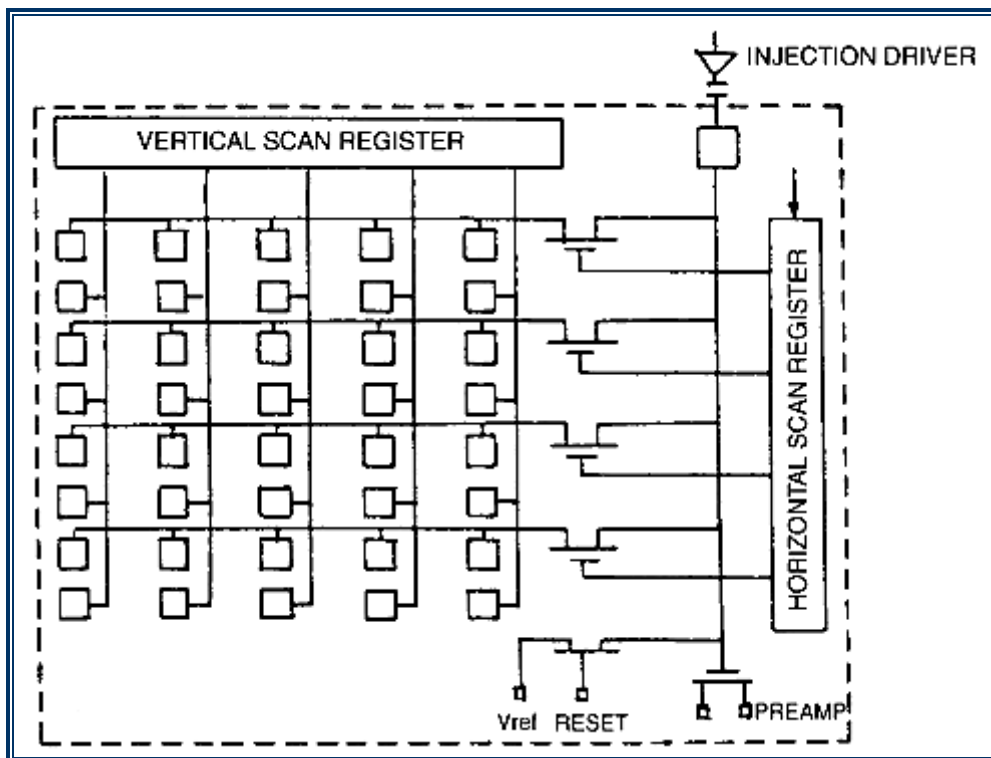
طرح این سه نوع آرایش در شکل های 9 تا 11 نشان داده می شوند.



شکل 9



شکل 10



شکل 11

مصور CCD با انتقال در سطر

طرح یک نمونه از آرایش CCD با انتقال در سطر در شکل 9 نشان داده شد ، دیده می شود که هر ستون عمودی شامل دو وجهه می باشد که تشکیل یافته است از آرایشی از سلول های تصویری و همچنین در میان ستون ها یک ثبات تغییر مکان دهنده (انتقال دهنده) بار الکتریکی وجود دارد که این

دو ناحیه در مقابل نور محافظت شده اند و پس از اینکه سطح محافظ تقریباً هم اندازه سطح حساس به نور شد مساحت مفید سطح نوری در حدود نصف مساحت کل تصویر می شود.

زمان فریم مورد ادعای این آرایش برابر $1/30$ ثانیه است که مجموع زمان مورد نیاز برای برپا کردن هر دو میدان 1 و 2 ، $1/30$ ثانیه است .

در اولین میدان الکترون های نوری به مدت $1/30$ ثانیه تجمع پیدا کرده و سپس آنها به داخل ثبات انتقال دهنده محافظت شده منتقل شده ، سپس با سرعت یک خط به داخل ثبات انتقال دهنده بار افقی انتقال داده می شوند و بخشی از تصویر موجود در ثبات انتقال دهنده عمودی کلاً در مدت زمان $1/60$ ثانیه ای یک میدان ، به داخل ثبات انتقال دهنده بار افقی باز خوانی می شود .

بعد از این که میدان اول باز خوانده شد میدان دوم که تصویر را به مدت $1/30$ ثانیه در خود نگه داشته بود آن را به داخل ثبات انتقال دهنده عمودی منتقل کرده و در مدت زمان $1/60$ ثانیه آن را می خواند و در نتیجه مدت زمان نگه داری برای هر دو میدان معادل با زمان هر فریم ($1/30s$) می باشد.

پس از تبدیل فقط نیمی از تصویر صحنه به بار الکترونی ، آن در کاربردهای زیادی به طور مشترک مورد استفاده دو آرایش قرار می گیرد که توسط یک آینه نقره ای 45 درجه نصف می شود به طوری که آرایش دوم بتواند شکاف آرایش اول را پوشش دهد.

CCD با انتقال در فریم

آرایش CCD با انتقال در فریم در شکل 10 نمایش داده شد.

نیمه بالائی آرایش به تصویر اختصاص داده شده است تا به عنوان میدان یا زمان فریم استفاده شود. در پایان دوره تجمع بار تمامی تصویر تبدیل شده با سرعت خیلی بالائی به ناحیه ذخیره تغییر مکان می دهد و مساحت ناحیه ذخیره با ناحیه تصویر یکسان می باشد اما آن در برابر نور محافظت شده است.

در جریان دوره تجمع بار بعدی ، ثبات افقی به صورت مداوم تصویر ذخیره شده را از روی سیگنال تصویر می خواند و یک تصویر مشبک می تواند بوسیله تغییر مکان نقطه تمرکز یک مجموعه نور بر روی یک سلول نور ، ثبت شود و چنانکه در آرایش شکل 10 دیده می شود نقطه تمرکز مجموعه نور در حالت اول تمایل دارد برای مرحله A-1 بین سلول های 2 و 1 و برای مرحله A-2 بین سلول های 2 و 3 قرار داشته باشد و بنابراین ناحیه خط اسکن افقی بعد از هر میدان ، به اندازه نصف خط اسکن به سمت بالا یا پائین تغییر مکان می دهد که در این روش تعداد خطوط اسکن به طور مؤثر در جهت عمودی دو برابر شده و فرکانس " نایکوئیست " یا محدوده فرکانس اطلاعات نمونه معادل دو برابر تعداد سلول های موجود در واحد " خطوط تلویزیونی بر ارتفاع تصویر " (TVL/Ph) می شود.

قطعات تزریق بار الکتریکی

سنسور تصویر حالت جامد از نوع CID به صورت آرایشی از خازن های ذخیره بار که به صورت X-Y آدرس دهی می شوند ، استفاده می شوند که این خازن ها بار های الکتریکی حاصل از نور را در ناحیه وارونه "نیمه هادی اکسید فلزی" (MOS) ذخیره می کنند.

باز خوانی اولین حالت آرایش اسکن شده بوسیله تزریق مداوم بار ذخیره شده به داخل زیرلایه مؤثر بوده و به منظور ایجاد سیگنال ویدئو ، جریان حاصل از جابجائی آشکار سازی می شود. مکان ذخیره سازی بار می تواند درهر ترتیب اختیاری باز خوانی شود و روش آرایش دهی می تواند می تواند طوری طراحی شود که خط X را به صورت تمام دیجیتال رمز گشائی کرد و دسترسی به خط Y را به صورت تصادفی قرار داد و چنانکه زمان تجمع بارها بخواهد مانند ترتیب اسکن باشد باید آنها برای کاربرد های خاص از خارج برنامه ریزی شوند.

در شکل 11 شکل هندسی یک آرایش طراحی شده برای اسکن صفحه که شامل یک " ثبات تغییر مکان دهنده تجمع بارها " نشان داده می شود.

هر جزء حسگر شامل 2 خازن MOS است که با اتصال دادن سطح ناحیه معکوس آنها به یکدیگر ، هرباری به آسانی می تواند در میان دو ناحیه ذخیره سازی ، انتقال یابد و یک ولتاژ بالا به منظور کاهش اثر خازنی خطوط ستون ها ، الکتروود های متصل به سطرها را تغذیه می کند به طوری بار تولید شده در اثر نور را که ممکن است در زیر هر یک از الکتروود های سطرها ، جمع شده باشد را جمع آوری می کند و موجب کاهش خاصیت خازنی خطوط ستون ها می شود.

به منظور باز خوانی یک سطر، باید به وسیله ثبات اسکن عمودی ولتاژ آن سطر به صفر تنظیم شود و بارالکتریکی یک سیگنال در تمام مکان های آن سطر با توجه به چگونگی فعال سازی سطر، به ستون خازن انتقال می یابد و سپس این بار به وسیله ولتاژ تحریک هر سطر بصورت پشت سرهم به صفر تزریق می شوند که این عمل توسط ثبات اسکن افقی و خط سیگنال انجام می گیرد و بعد مقدار بار تزریق شده به شبکه توسط جمع نمودن جریان های حاصل از تجمع بار در خط سیگنال (که در فاصله تزریق ایجاد شده اند) ، اندازه گیری می شود و بار های موجود در خطوط انتخاب نشده در طول مدت پالس تزریق (پالس ولتاژ ستون) در زیرالکتروود های متصل به سطرها ، باقی می مانند و این با وضعیتی که نصف آنها انتخاب شده باشند ، برابری می کند

آرایش های بالا روی یک لایه "رونشستی" ایجاد شده اند که با قرار دادن اتصال رونشستی ، در بایاس معکوس می توان از آن به عنوان جمع آوری کننده بار های تزریقی سود ببریم که به وسیله این جمع آوری کننده از تزریق بار به وسیله مکان های همسایه ، در هر جائی از آرایش جلوگیری موثری به عمل می آید

ادوات تصویری حالت جامد بواسطه مقدار بهره بالا و نویز کم در بازخوانی ، معروف هستند اما نمی توانند در دسته ادواتی که در سطح نور کم کاربرد دارند ، قرار بگیرند و بیشتر آنها به منظور استفاده در روشنایی روز به کار می روند.

پایان



منبع:

Electro-Optics Handbook (2nd edt)
Publisher: McGraw-Hill-Inc
Edit By: Ronald Waynant, Mar wood Ediger
Chapter 18 - (18.1~18.4)