بیست و ششمین کنفرانس اپتیک و
فوتونیک ایران و دوازدهمین کنفرانس
مهندسی و فناوری فوتونیک ایران،
دانشگاه خوارزمی،
تهران، ایران.
۱۶-۱۵ بهمن ۱۳۹۸

تست نوری و تصویربرداری تک خطی و چند خطی با استفاده از CCD مدل TCD1304AP به منظور بکارگیری در سیستم‌های توموگرافی پرتوهای گاما

یوسفی،ابوالفضل[(۱)*] – جعفری،حمید[(۱)] – خرسندی،مجید[(۱)] – فقهی، سید امیرحسین [(۱)] – فائزمهر،اردلان[(۱)]

[۱] دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده مهندسی هسته‌ای، گروه کاربرد پرتوها

*yousefia1986@gmail.com

چکیده-دستگاه بار جفت شده (CCD) یک حسگر تصویربرداری است که از تعداد پیکسل‌های بالایی تشکیل شده است و به همین دلیل می‌تواند نقش یک آشکارساز حساس به مکان را ایفا کند. در این پژوهش به منظور تصویربرداری دوبعدی، TCD1304AP راه‌اندازی و مورد استفاده قرار گرفته است. در این راستا، ابتدا تصویربرداری نوری تک خطی برای بدست آوردن وضوح تصویر انجام گرفته و سپس در ادامه تصویربرداری چند خطی با استفاده از یک بالابر اپتیکی برای جابجایی نمونه‌ها در جهت عمود، انجام گرفت. در نهایت روش‌های کاهش نویز بر روی تبدیل A/D و افزایش تعداد تصویربرداری در هر گام و میانگین‌گیری از آن به منظور بهبود تصویر اعمال شده است.

کلید واژه- تصویربرداری نوری، دستگاه بار جفت شده، بهبود تصویر، تک خطی، چند خطی

Optical characteristics, single-line and multi-line imaging analysis of TCD1304AP CCD for using in gamma ray tomography system

Yousefi, abolfazl[(1)*]-jafari, hamid[(1)]-khorsandi, majid[(1)]-feghhi, seyed amir hosein[(1)], faezmehr, ardalan[(1)]

Shahid Beheshti University, Faculty of Nuclear Engineering, Radiations Application Group

*yousefia1986@gmail.com

Charged Couples Devices (CCDs) are imaging sensors which are consisted from many pixels and because of this reason, they can work as a position sensitive detector. In this project, TCD1304AP has been installed and used to take 2D images. In this way, single-line images have been taken first in order to obtain image resolution and then by using an optical lifter for moving samples in vertical direction, multi-line images have been taken. At the end of this project, image improvement technics such as noise reduction on A/D converter, increasing of imaging numbers for each step and applying averaging filter on them have been implemented.

Keywords: Optical imaging, Charged Couples Devices, image improvement, single-line, multi-line

این مقاله درصورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from opsi.ir on 2024-04-20]

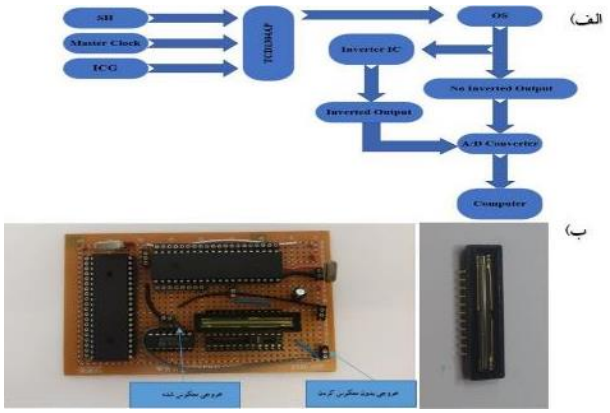
مقدمه

همچون بسیاری از فناوری‌ها ، دستگاه بار جفت شده (CCD) به عنوان یک اختراع برای کاربردی خاص شروع به کار کرد و به چیزی کاملاً متفاوت و عام تبدیل شد. CCD در اواخر دهه ۱۹۶۰ توسط محققان آزمایشگاه‌های بل کشف شد ، این دستگاه در ابتدا به عنوان نوع جدیدی از مدار حافظه رایانه‌ای تصور می‌شد و در سال ۱۹۷۰ برای این مرکز به ثبت رسید. به زودی مشخص شد که CCD دارای کاربردهای بالقوه دیگری از جمله پردازش سیگنال و تصویربرداری است. قابلیت دوم (تصویربرداری)، به دلیل حساسیت نوری سیلیکون است، که به طول موج‌های کمتر از ۱/۱ میلی متر پاسخ می‌دهد (طیف نور مرئی بین ۰/۴ میلی‌متر و ۰/۷ میلی‌متر است). اکنون وعده اولیه CCD به عنوان یک عنصر حافظه از بین رفته است، اما توانایی فوق‌العاده آن در تشخیص نور، CCD را به فناوری حسگر تصویری برتر تبدیل کرده است [۱و۲]. اساس کار CCD ذخیره و پس‌گیری بار به شکل دینامیکی در رشته‌ای از خازن‌های MOS (در این قطعه از سیلیسوم به عنوان نیم رسانا ، اکسید سیلیسیوم به عنوان عایق و آلومینیوم برای الکترود گیت استفاده می شود) است[۳و۴].

گام نخست برای تصویربرداری پرتو گاما با CCD، که با جفت کردن سوسوزن بر روی سطح آن انجام می‌گیرد، راه‌اندازی و تصویربرداری نوری با آن است. طی این فرایند ابتدا پاسخ CCD به نور مرئی مورد بررسی قرار گرفته و تصویربرداری تک خطی و چند خطی با نمونه‌های مختلف انجام می‌شود و سپس وضوح تصویر خروجی مورد بررسی قرار گرفته و در نهایت عملیات بهبود تصویر انجام می‌گیرد. طی فرایند تصویربرداری نوری و آزمایش‌های صورت گرفته برای اجرای این کار، حداقل فرکانس پالس‌های راه‌انداز برای CCD بدست آمده تا بتوان کمترین پاسخ نوری CCD که پاسخ به نور ضعیف سوسوزنی ناشی از برخورد پرتوهای گاما است را بدست آورد. این کار مرحله اولیه از ساخت یک سیستم توموگرافی[۱] پرتوهای گاما است.

راه‌اندازی حسگر

CCD مورد استفاده در این کار از نوع TCD1304AP ساخت شرکت توشیبا[۲] است. ناحیه دریافت تصویر دارای طولی برابر با ۲/۹۱۸ سانتی‌متر بوده و عرض هر پیکسل ۸ میکرومتر و ارتفاع آن ۲۰۰ میکرومتر است. برای راه‌اندازی این CCD ، نیاز به سه پالس φM (پالس کلاک اصلی) ، پالس SH و پالس ICG است. پالس φM دارای فرکانس ۲۰۴/۷ کیلوهرتز و فرکانس پالس SH برابر با ۴۴/۹۵کیلوهرتز می‌باشد. بورد الکترونیکی طراحی شده برای راه‌اندازی CCD و بلوک دیاگرام عملکردی آن در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. الف: بلوک دیاگرام مداری. ب: بورد طراحی شده برای راه‌اندازی CCD به همراه تصویر TCD1304AP

تصویربرداری نوری

برای انجام تصویربرداری نوری، نیاز به یک منبع نوری، بدون تغییر در شدت نور آن می باشد. در اینجا از یک لامپ فلورسنت مهتابی با نور سفید استفاده شد که در شکل۲ نشان داده شده است. برای تصویرداری نوری، باید محیط آزمایش تاریک باشد. برای کاهش نویز در سیستم می‌توان از یک جعبه آلومینیومی یا فویل آلومینیومی استفاده نمود. همچنین قبل از تصویربرداری هر نمونه، یک

[۱] Tomography
[۲] TOSHIBA

این مقاله درصورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from opsi.ir on 2024-04-20]

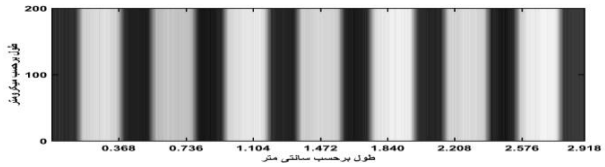
خروجی بدون قرار دادن جسم در جلوی CCD گرفته شده و در نهایت از داده‌های تصویر گرفته شده کم می‌گردد تا اثرات نویز یا نورگیری نامتوازن CCD از بین برود. تصویربرداری در دو حالت تک خطی و چند خطی انجام شده و وضوح تصویر در حالت تک خطی مورد بررسی قرار گرفته است. در نهایت روش بهبود تصویر بر روی داده‌ها بررسی گردید. دو جسم با هندسه‌های متفاوت به عنوان نمونه برای تصویربرداری مورد استفاده قرار گرفته که در شکل ۳ آورده شده است.

شکل ۲. چشمه نوری مورد استفاده برای تصویربرداری نوری

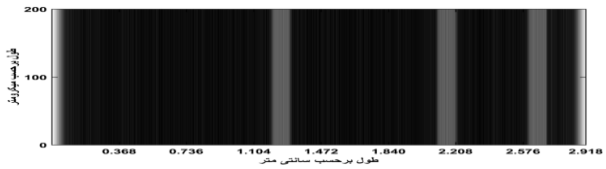
شکل ۳. نمونه‌های مورد استفاده برای تصویربرداری نوری. الف: نمونه شماره ۱. ب: نمونه شماره ۲

نتایج تصویربرداری تک خطی

چشمه نوری در فاصله ۸۰ سانتی متری از CCD قرار داده شد. نمونه‌های شماره ۱ و ۲ نیز به صورت یک به یک در مقابل CCD قرار گرفته و داده‌های خروجی مربوط به تمام پیکسل‌ها به صورت یک تصویربرداری تک خطی توسط پورت سریال به کامپیوتر ارسال گردید. شکل‌های ۴ و ۵، تصاویر خروجی هر یک از نمونه‌ها را در این حالت نشان می‌دهند. وضوح تصویر برای نمونه شماره ۱ و ۲ در تمامی قسمت‌های تصویر تقریبا یکسان است. بدست آوردن وضوح تصویر به صورت کاملا دقیق انجام می‌گیرد. در این حالت، تعداد داده‌های هر بخش از تصویر در عرض هر پیکسل ضرب شده و وضوح آن بخش محاسبه می‌گردد. عرض هر پیکسل ۸ میکرومتر بوده، اما به دلیل اینکه تعداد نمونه برداری‌ها در برنامه A/D برابر با ۳۹۶۵ عدد است، عرض هر پیکسل برابر با ۷/۳۶ میکرومتر پیکسل در نظر گرفته می‌شود. بنابراین وضوح تصویر برای تصویر نمونه شماره ۱، حدود ۱۹۳میکرومتر و برای تصویر نمونه شماره ۲ ،حدود ۱۷۸ میکرومتر محاسبه شده است.



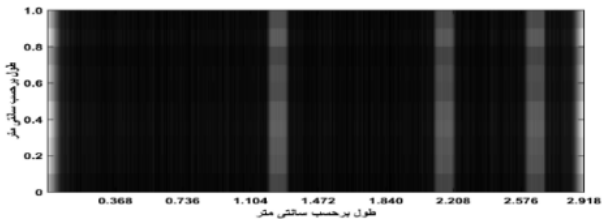
شکل ۴. تصویر تک خطی مربوط به نمونه شماره ۱



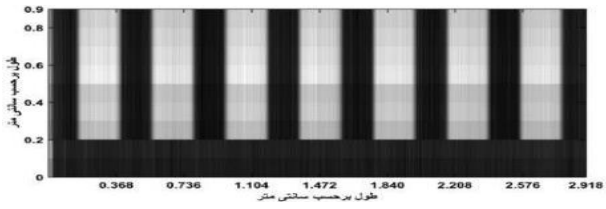
شکل ۵. تصویر تک خطی مربوط به نمونه شماره ۲

نتایج تصویربرداری چند خطی

به منظور بدست آوردن یک تصویر چند خطی، از یک بالابر اپتیکی استفاده شده است. گام حرکتی بالابر مورد استفاده، ۱ میلی‌متر بوده و بنابراین وضوح تصویر در جهت عمودی، در بهترین حالت، ۱ میلی‌متر به اضافه خطای حرکتی بالابر است. تصاویر چند خطی بدست آمده مربوط به نمونه‌های شماره ۱ و ۲ به ترتیب در شکل‌های ۶ و ۷ نشان داده شده‌اند.



شکل ۶. تصویر چند خطی از نمونه شماره ۱



شکل ۷. تصویر چند خطی از نمونه شماره۲

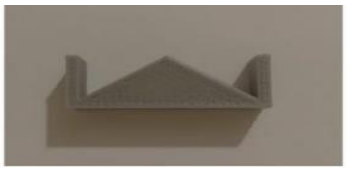
عملیات بهبود تصویر

به منظور بهبود تصویر از نظر وضوح بیشتر، از افزایش تعداد تصویربرداری و میانگین‌گیری در هر گام و همچنین کاهش نویز بر روی تبدیل A/D استفاده شده است. در گام

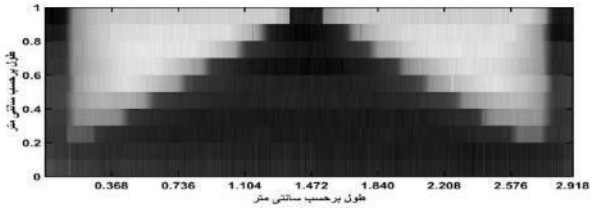
این مقاله درصورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from opsi.ir on 2024-04-20]

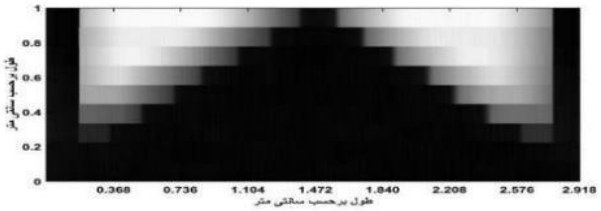
آخر نیز فیلترهای بالاگذر و پایین گذر ایده‌آل در حوزه فرکانس بر روی تصویر اعمال می‌گردد. در این حالت هر گام، ۶ بار تکرار شده و میانگین گرفته شد. همچنین با کاهش نویز تبدیل A/D میکروکنترلر STM-32F407VGT6 وضوح تصویر افزایش یافت. در اینجا از نمونه شماره ۳، نشان داده شده در شکل ۸ استفاده گردید. در شکل‌های ۹ و ۱۰، تصاویر قبل و بعد از بهبود تصویر را مشاهده می‌نمایید. در حالت افقی، وضوح تصویر با اعمال این روش از ۴۴۰ میکرومتر به ۱۴۷/۶ میکرومتر رسیده است. استفاده از این نمونه به این دلیل است که وضوح تصاویر خروجی CCD مورد نظر با افزایش سطح نورگیری آن، کاهش محسوسی دارد. در این حالت عدم تناسب میان اجزای تصویر در طرفین آن وجود دارد. بهترین راه برای از بین بردن چنین مشکلی، افزایش میزان زمان تجمیع است که در شرایط تصویربرداری نوری باعث کاهش وضوح سراسری تصویر می‌گردد. پس از اعمال این روش، می‌توان وضوح کلی تصویر خروجی را بهبود بخشید.



شکل ۸. نمونه شماره ۳، مورد استفاده برای آزمایش بهبود تصویر



شکل ۹. تصویر چند خطی از نمونه شماره۳، پیش از اعمال بهبود تصویر



شکل۱۰. تصویر چند خطی از نمونه شماره ۳، پس از اعمال بهبود تصویر

بحث و نتیجه گیری

در این کار اقدام به راه‌اندازی یک نوع حسگر CCD و آزمایش‌های نوری آن با نمونه‌های مختلف و پیاده‌سازی روش‌هایی بر روی داده‌ها به منظور بهبود تصاویر شد. طی تصویربرداری نوری با CCD مورد نظر مشخص شد که رعایت تمامی الزامات اپتیکی و کاهش نویز در سیستم، بسیار ضروری است. این اقدامات برای رسیدن به بهترین وضوح تصویر الزامی است. برای بدست آوردن وضوح تصویر کمتر از ۱۰۰ میکرومتر باید از موازی‌ساز نوری استفاده کرد. از طرفی به دلیل استفاده از منبع نوری با ولتاژ برق شهر، نویز ۵۰ هرتز بر روی وضوح تصویر تاثیر می‌گذارد. بنابراین بهتر است از یک منبع نوری با ولتاژ تغذیه dc استفاده نمود. این کار به عنوان مرحله اولیه از ساخت یک سیستم توموگرافی[۳] پرتوهای گاما می‌باشد که می‌تواند برای تصویربرداری ۲ بعدی و ۳ بعدی از اجسام فلزی با ضخامت‌های بالا استفاده شود و در تست‌های غیر مخرب به کار گرفته شود. در طی فرایند تصویربرداری نوری، کمترین فرکانس‌های راه‌اندازی برای پاسخ به نور با شدت بسیار پایین، بدست آمد. در این حالت، پالس φM دارای فرکانس ۲/۴ کیلوهرتز و فرکانس پالس SH برابر با۰/۶کیلوهرتز است. در این حالت می‌توان با افزایش زمان تجمیع تا ۱۵ ثانیه، پاسخ حاصل از نور سوسوزنی ناشی از پرتوهای گاما را مشاهده نمود. همچنین طی آزمایش‌های انجام شده، این نتیجه بدست آمد که می‌توان از این CCD برای محاسبه طول موج نور نیز استفاده نمود. در این حالت شدت نور یکسان و طول موج متغییر است. البته این کار نیاز به چیدمان خاص و ابزارهای اپتیکی ویژه‌ای دارد.

مراجع

[1] Steve B . Howell " *Handbook of CCD Astronomy*." Cambridge University Press; 2 edition (April 3, 2006).
[2] D.J. Burt," *Basic Operation of the Charge Coupled Device* ".International Conference on Technology and Applications of Charge Coupled Devices.September 1974. Edinburgh: University of Edinburgh,Centre for Industrial Consultancy and Liaison,1974.
[3] J. R. Janesick," *Scientific Charge-Coupled Devices* ",SPIE PRESS,2001.
[4] A.S.Grove, *"Pysics and Technology of Semiconductor Devices*", John Wiley & Sons; 1st edition (1967).

[۳] Tomography

این مقاله درصورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from opsi.ir on 2024-04-20]