

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



دانشگاه ملایر

دانشکده علوم پایه - گروه فیزیک

پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیک (گرایش حالت جامد)

تعیین حفره و خلل و فرج در مواد با استفاده از روش

استروپیکسی

به وسیله‌ی

مژگان محمدی

استاد راهنما

دکتر ابراهیم غلامی حاتم

شهریور ۱۳۹۳

تقديم به

امام مہربانی

آخرین حجت الہی

امام زمان (عج)

با تشکر و سپاس بیکران از

پدر و مادر عزیزم؛ که همواره بر کوتاهی و درشتی من، قلم عفو کشیده و در تمام عرصه‌های

زندگی همراهی بی چشم داشت برای من بوده‌اند

استاد گرامی ام؛ جناب آقای دکتر ابراهیم غلامی حاتم که با حسن خلق و فروتنی، از هیچ

کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند

خواهران مهربانم؛ مژده و مریم که محبت‌های بی دریغشان هرگز فروکش نمی‌کند

دوست عزیزم؛ سرکار خانم سارا شکوری

و تمام کسانی که نفس و دعای خیرشان بدرقه‌ی راهم بود ...

نام خانوادگی دانشجو : محمدی	نام : مژگان
عنوان پایان نامه : تعیین حفره و خلل و فرج در مواد با استفاده از روش استروپیکسی	
استاد راهنما : دکتر ابراهیم غلامی حاتم	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: فیزیک
گرایش: حالت جامد	گرایش: حالت جامد
دانشگاه ملایر-گروه: فیزیک	تاریخ فارغ التحصیلی: شهریورماه ۱۳۹۳
کلید واژه : پیکسی، استروپیکسی، حفره، بهره‌ی پرتوی ایکس، عدم تقارن بهره‌ی پرتوی ایکس	تعداد صفحات: ۱۱۱

چکیده:

در این پایان‌نامه به ارائه‌ی یک روش جدید برای تعیین مکان، اندازه و عمق خلل و فرج در مواد می‌پردازیم، که این روش مبتنی بر عدم تقارن بهره‌ی پرتوی ایکس حاصل از پرتون فرودی به نمونه مورد نظر در دو آشکارساز همزمان پرتوی ایکس است.

اکثر مواد جامد در داخل ساختار خود دارای حفره‌هایی می‌باشند که تعیین آن‌ها، دارای کاربردهای متعددی می‌باشد. از این‌رو روش‌های مختلفی جهت اندازه‌گیری خلل و فرج، مورد توجه قرار گرفته است که هر یک بر اساس یک خاصیت فیزیکی خاص استوار می‌باشند.

پرتوهای ایکس مشخصه به‌وجود آمده از طریق برهم‌کنش باریکه‌ی یونی با ابر الکترونی اتم‌های هدف، در مسیر حرکت به سمت آشکارساز به دلیل جذب در نمونه تضعیف می‌شوند. به‌دلیل وجود حفره در نمونه و وابستگی جذب پرتوی ایکس به طول مسیر طی شده در ماده، اختلاف جذبی برای پرتوی مشخصه‌ی ایکس در ماده داریم که حاصل آن عدم تقارن در بهره-ی پرتوی ایکس به‌دست آمده در دو آشکارسازی است که به‌طور همزمان در دو طرف باریکه-ی فرودی قرار گرفته‌اند.

روش ارائه شده به معرفی فاکتور عدم تقارن شدت پرتوی ایکس در هریک از پیکسل‌های توزیع عنصری می‌پردازد تا ماتریس عدم تقارن به دست آید. با استفاده از داده‌های حاصل از دو آشکارساز پرتوی ایکس و محاسبه‌ی عدم تقارن بهره‌ی پرتوی ایکس در هر یک از پیکسل‌های تصویر، برای عدم تقارن ماتریس تصویری به دست می‌آید که نشان دهنده‌ی ماتریس موقعیت حفره می‌باشد.

با توجه به تشابه استفاده از دو آشکارساز پرتوی ایکس در چیدمان میکروپیکسی و تصویربرداری سه‌بعدی در روش استروسکوپی از روش ارائه شده با عنوان "استروپیکسی" نام برده می‌شود.

نشان می‌دهیم هر چقدر شعاع حفره موجود بزرگ‌تر باشد عدم تقارن در بهره‌ی پرتوی ایکس آشکارسازها نیز بیشتر خواهد شد و در نتیجه شناسایی وجود حفره آسان‌تر خواهد بود. همچنین هر چقدر حفره در عمق بیشتری در داخل نمونه قرار داشته باشد عدم تقارن بهره‌ی پرتوی ایکس کمتر است.

فهرست مطالب

مقدمه ۱

فصل اول. پیشینه پژوهش

مقدمه ۶

۱-۱. آنالیز با باریکه‌ی یونی ۷

۲-۱. تخلخل در مواد ۹

۱-۲-۱. نوع تخلخل ۱۱

۲-۲-۱. اندازه تخلخل ۱۲

۳-۲-۱. اندازه‌گیری تخلخل ۱۳

۱-۳-۲-۱. جذب گاز ۱۵

۲-۳-۲-۱. نفوذ مایع ۱۷

۳-۳-۲-۱. میکروسکوپی ۱۸

۴-۳-۲-۱. پراکندگی نور، پرتوی ایکس، و نوترون ۲۰

۳-۱. روش استروپیکسی ۲۳

فصل دوم. مروری بر آنالیز مواد با باریکه‌های یونی

مقدمه ۲۵

۱-۲. شتاب‌دهنده‌ها ۲۶

۱-۱-۲. چشمه یونی و سیستم رانش باریکه ۲۸

۲-۱-۲. شتاب‌دهنده‌ی اصلی ۲۹

۳۱	۲-۲. انتخاب باریکه و هدایت آن
۳۲	۳-۲. تجزیه و تحلیل مواد با باریکه‌های یونی
۴۴	۴-۲. توان توقف
۴۹	۲-۴-۱. محاسبه انرژی در عمق نمونه
۵۰	۲-۴-۲. محاسبه برد
۵۲	۵-۲. گسیل پرتوی ایکس ناشی از ذره‌ی فرودی
۵۶	۲-۵-۱. جذب پرتوی ایکس
۵۹	۲-۵-۲. محاسبه بهره طیف پیکسی
۶۱	۲-۵-۳. سطح مقطع تولید پرتوی ایکس
۶۴	۲-۶. محفظه‌ی برهم‌کنش و چیدمان هندسی آشکارسازها
۶۶	۲-۷. نحوه جمع‌آوری داده
۶۹	۲-۸. انرژی باریکه‌ی یون

فصل سوم. تعیین حفره و خلل و فرج در مواد با استفاده از روش استروپیکسی

۷۱	مقدمه
۷۳	۳-۱. چیدمان روش استروپیکسی
۷۴	۳-۲. اصول تعیین حفره به روش استروپیکسی
۷۴	۳-۳. محاسبه بهره‌ی پرتوی ایکس مشخصه

فصل چهارم. بحث و نتیجه‌گیری

۸۳	۴-۱. تجزیه و تحلیل یافته‌ها
----	-----------------------------

۸۳.....	۱-۱-۴. اکسید سیلیسیم
۸۸.....	۲-۱-۴. اکسید آلومینیوم
۹۰.....	۲-۴. بحث
۹۱.....	۱-۲-۴. توان توقف
۹۲.....	۲-۲-۴. سطح مقطع تولید پرتوی ایکس
۹۳.....	۳-۲-۴. کمیت عدم تقارن برای حفره‌ای به شعاع $5\ \mu\text{m}$ و در عمق $10\ \mu\text{m}$
۹۴.....	۴-۲-۴. مرکز حفره در $10\ \mu\text{m}$ و شعاع‌های ۳، ۵، ۷ و $9\ \mu\text{m}$
۹۵.....	۵-۲-۴. شعاع حفره $7\ \mu\text{m}$ و در عمق‌های ۷، ۱۰، ۱۴ و $20\ \mu\text{m}$
۹۷.....	۳-۴. نتیجه‌گیری
۹۹.....	منابع
۱۰۸.....	پیوست‌ها

فهرست جداول

فصل دوم. مروری بر آنالیز مواد با باریکه‌های یونی

- جدول ۱-۲. اثرات برهم‌کنش‌های یون-اتم هدف ۳۸
- جدول ۲-۲. تابش‌های گسیل شده و تکنیک‌های آنالیز با باریکه‌ی یونی متناظر ۴۱
- جدول ۳-۲. باریکه‌های یونی و انرژی‌های برخوردی در تکنیک‌های مختلف IBA ۴۲
- جدول ۴-۲. قابلیت‌های تکنیک‌های تحلیلی با باریکه‌ی یونی (IBA) ۴۳

فهرست اشکال

فصل اول. پیشینه پژوهش

- شکل ۱-۱. طرح‌واره‌ای از وجود حفره در پوسته‌ای نازک ۸
- شکل ۱-۲. تصویر طرح‌واره‌ای از یک توده حاوی ذرات چندبلوری و متراکم ۱۰
- شکل ۱-۳. انواع تخلخل ایجاد شده در معادن ماسه سنگ در حوزه زمین‌شناسی ۱۱
- شکل ۱-۴. طرح‌واره‌ی سطح مقطع یک جامد متخلخل ۱۲
- شکل ۱-۵. دسته‌بندی آیوپاک بر اساس اندازه‌ی حفره‌ها ۱۳
- شکل ۱-۶. محدوده اندازه‌گیری اندازه حفره برای روش‌های مختلف ۱۵
- شکل ۱-۷. تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) ۱۹
- شکل ۱-۸. تصاویر میکروسکوپی الکترون پس‌پراکنده از بخش‌های نازک نمونه‌های (a) کربنات و (b) ماسه‌سنگ ۲۰

فصل دوم. مروری بر آنالیز مواد با باریکه‌های یونی

- شکل ۲-۱. طرح‌واره شتاب‌دهنده‌ی الکترواستاتیکی تک مرحله‌ای و تاندم ۳۰
- شکل ۲-۲. طرح کلی نمایش برهم‌کنش یون-هدف ۳۳
- شکل ۲-۳. تکنیک‌های تحلیلی بر اساس باریکه‌ی یونی نسبت به جرم اولیه و انرژی یون ۳۶
- شکل ۲-۴. برهم‌کنش اتم هدف با یون در روش‌های IBA مربوطه ۳۷
- شکل ۲-۵. طرح‌واره کلی از تکنیک‌های IBA مبتنی بر (الف) شتاب‌دهنده و سیستم شناسایی تابش (ب) تابش‌های گسیل شده از سطح هدف ۴۱
- شکل ۲-۶. توقف هسته‌ای و توقف الکترونی به‌عنوان تابعی از انرژی یون ۴۸
- شکل ۲-۷. مقایسه‌ی عمق نفوذ و خط سیر ذرات از تابش در سیلیکون ۵۱

- شکل ۲-۸. عمق نفوذ پروتون با انرژی ۲MeV در عنصر مس ۵۲
- شکل ۲-۹. آنالیز طلا با استفاده از یک باریکه‌ی پروتون خارجی ۵۴
- شکل ۲-۱۰. مقایسه‌ی طیف PIXE و EDX گرفته شده از یک نمونه برنز ۵۵
- شکل ۲-۱۱. اهمیت سطح مقطع برهم‌کنش فوتون با ماده در نواحی مختلف انرژی ۵۸
- شکل ۲-۱۲. الگوی روش PIXE برای نمونه با ضخامت محدود ۶۰
- شکل ۲-۱۳. سطوح انرژی زیرلایه‌های متفاوت یک اتم به همراه اعداد کوانتومی‌شان ۶۲
- شکل ۲-۱۴. سیستم آزمایشگاهی برای تکنیک‌های ترکیبی IBA ۶۵
- شکل ۲-۱۵. نحوه روبش باریکه بر روی نمونه هدف ۶۷
- شکل ۲-۱۶. واحدهای مورد نیاز برای داده‌برداری در سیستم میکروباریکه ۶۸

فصل سوم. تعیین حفره و خلل و فرج در مواد با استفاده از روش استروپیکسی

- شکل ۳-۱. طرح‌واره قرارگیری آشکارسازهای پرتوی ایکس در روش استروپیکسی ۷۳
- شکل ۳-۲. طرح‌واره‌ی مسیر خروجی پرتوهای ایکس مشخصه در نمونه‌ای مسطح ۷۵
- شکل ۳-۳. طرح‌واره‌ای از فرود باریکه در نمونه‌ای با وجود حفره ۷۷
- شکل ۳-۴. طرح‌واره‌ای از وجود حفره در نمونه‌ی سه بعدی ۸۰

فصل چهارم. بحث و نتیجه‌گیری

- شکل ۴-۱. نمودار یک‌بعدی به همراه تصویر دوبعدی عنصر Si در SiO₂ در دو آشکارساز ۸۶
- شکل ۴-۲. تصویر گرفته شده از لایه نازک آلومینیوم بوسیله میکروسکوپ نوری عبوری ۸۹
- شکل ۴-۳. نمودار یک‌بعدی و تصویر دوبعدی کمیت عدم تقارن بهره‌ی پرتوی ایکس عنصر Al ۹۰
- شکل ۴-۴. نمودار تغییرات توان توقف در بازه‌ی ۰-۲MeV ۹۱

- شکل ۴-۵. رفتار تغییرات سطح مقطع تولید پرتوی ایکس با کاهش انرژی ۹۲
- شکل ۴-۶. نمودار یک‌بعدی و تصویر دوبعدی کمیت عدم تقارن بهره‌ی پرتوی ایکس ۹۳
- شکل ۴-۷. تصویر ماتریس عدم تقارن بهره‌ی پرتوی ایکس برای Si با وجود حفره‌ای با شعاع‌های مختلف ۹۵
- شکل ۴-۸. تصویر ماتریس عدم تقارن بهره‌ی پرتوی ایکس برای Si با وجود حفره در عمق- های مختلف ۹۶

مقدمه

آنالیز با باریکه‌ی یونی مجموعه‌ای از روش‌های کاربردی است که با بکارگیری باریکه‌ی پروتونی حاصل از شتاب‌دهنده‌های الکترواستاتیکی یا توسط ذرات و فوتون‌های حاصل از مواد رادیواکتیو به بررسی اجزای تشکیل‌دهنده‌ی دامنه‌ی وسیعی از مواد از سلول زنده گرفته تا ترکیب مواد معدنی موجود در مریخ [۱،۲] می‌پردازد. اصول کلی این روش‌ها این است که از یون‌های با انرژی چند مگاالکترون ولت برای برهم‌کنش با ماده‌ی هدف استفاده می‌شود. مزیت استفاده از یون‌های سنگین با انرژی چند مگاالکترون ولت در قیاس با الکترون‌ها آن است که بدون پراکندگی قابل ملاحظه‌ای تا عمق زیادی (در حدود چند ده میکرون) در ماده نفوذ می‌کنند، که در نتیجه‌ی آن قدرت تفکیک باریکه تا عمق زیادی ثابت می‌ماند. بسیاری از ذرات فرودی جهت خود را در ماده حفظ می‌کنند و تنها کسر کوچکی از آن‌ها به هسته‌ی ماده‌ی اتم نزدیک می‌شوند که در نتیجه‌ی آن پراکندگی و یا واکنش هسته‌ای انجام می‌دهند. از مزیت‌های روش آنالیز با باریکه‌ی یونی می‌توان به توانمند بودن، غیرمخرب، متنوع، بس‌عنصری و همچنین سریع بودن اشاره کرد.

خلل و فرج یا تخلخل به حفره‌های موجود بین بلورها و ذرات و ناهنجاری‌های اتمی گفته می‌شود که در محدوده‌ای از ۱۰ آنگستروم تا چند میکرون قرار می‌گیرند [۳]. تخلخل یا بطور ذاتی در ساختار مواد خام اولیه وجود دارد و یا حاصل خروج مواد فرار از این قطعات

در حین فرآیندهایی است. اندازه‌گیری دقیق مساحت سطح، حجم و توزیع منافذ، دارای کاربردهای متعددی در مطالعه کاتالیست‌ها، نانو جاذب‌ها، ترکیبات و افزودنی‌ها، مواد دارویی، صنایع غذایی، کربن فعال، سرامیک‌ها، پلیمرها، رنگ‌ها و پوشش‌ها و همچنین در نانوساختارهایی نظیر نانوذرات فلزی، نانولوله‌ها، نانوالیاف و غیره می‌باشد. از این رو روش‌های مختلفی جهت اندازه‌گیری تخلخل، مورد توجه قرار گرفته است، استفاده از دستگاه‌هایی مانند تخلخل‌سنج گازی و جیوه‌ای به عنوان روش‌های مستقیم، در مقابل محاسبه از طریق اندازه‌گیری چگالی حجمی و پیکنومتری^۱ به عنوان روش‌های غیرمستقیم جهت تعیین درصد تخلخل شناخته می‌شوند [۴]. اگر یک ماده جامد غیرقابل نفوذ بوده و شکل کاملاً پایداری داشته باشد مساحت سطح کل آن به صورت تقریبی قابل اندازه‌گیری است. اما در مورد نمونه‌هایی با ساختار متخلخل، جهت تعیین میزان تخلخل و همچنین مساحت سطح کل آن دشواری‌هایی وجود دارد.

روش‌های مختلفی جهت تعیین تخلخل در مواد وجود دارد، اما روش‌هایی همواره مورد توجه هستند که زمان‌بر نباشند و اندازه‌گیری‌ها فقط چند ثانیه طول بکشد، به تجهیزات گران‌قیمت نیاز نداشته باشند، از طرفی اندازه‌گیری‌های تخلخل باید دقیق باشند، تخلخل بطور غیرمستقیم، با فرضیات متعددی تعیین نشود و اینکه هر اندازه‌گیری باید بطور کامل قابل تکرار باشد، و عوامل محیطی نباید بر اندازه‌گیری‌ها تأثیرگذارند.

در اینجا برای تعیین حفره از آنالیز با باریکه‌ی یونی استفاده می‌کنیم و از روشی با عنوان روش استروسکوپي با میکروباریکه‌ی پروتونی "استروپیکسی" [۵] نام می‌بریم، که ترکیبی از نام

¹ . Pcnometry Density

استروسکوپی در تصویربرداری اپتیکی و روش پرتوی ایکس حاصل از پروتون فرودی (آنالیز عنصری در میکروپیکسی) می‌باشد.

اساس روش استروسکوپی میکروباریکه‌ی پروتونی بهره‌گیری از خاصیت جذب پرتوی ایکس در ماده و نیز استفاده همزمان از دو آشکارساز پرتوی ایکس در دو طرف باریکه‌ی فرودی است. استفاده‌ی همزمان از دو آشکارساز پرتوی ایکس در جهات مختلف در آنالیز با میکروباریکه‌ی پروتونی همواره این امکان را فراهم می‌آورد تا اطلاعات بیشتری از نمونه‌ی مورد بررسی کسب کنیم. در قیاس با تصویربرداری اپتیکی در روش استروپیکسی ابتدا دو تصویر دوبعدی همزمان توسط آشکارسازهای پرتوی ایکس در زوایای برگشتی از سطح نمونه گرفته می‌شود، سپس با تعیین اختلاف شدت موجود در تصاویر به‌دست آمده که متأثر از موقعیت مکانی نقاط روی سطح نمونه است و با بکارگیری مدلی بر روی داده‌های به‌دست آمده، تصویر سه‌بعدی سطح نمونه به‌دست می‌آید. برای این منظور فاکتور عدم تقارن در بهره‌ی پرتوی ایکس به‌دست آمده در تصاویر دوبعدی دو آشکارساز را معرفی می‌کنیم، که عبارتست از نسبت اختلاف بهره‌ی پرتوی ایکس آشکارشده در دو آشکارساز به مجموع آن‌ها [۶]. بنابراین هدف این است تا از طریق اندازه‌گیری اختلاف راهی که پرتوی ایکس به ازای دو زاویه‌ی متقارن در داخل نمونه طی می‌کند تا به آشکارساز برسد، محل حفره‌های موجود در نمونه را مشخص کنیم.

استفاده از روش استروپیکسی منجر به کسب اطلاعات بیشتری از نمونه از قبیل تعیین شکل توپوگرافی در نمونه‌های غیرمسطح [۷] و تعیین خلل و فرج موجود در نمونه‌های متخلخل و همچنین بررسی تأثیر این خلل و فرج بر آنالیز مواد می‌شود. استفاده از این تکنیک می‌تواند به عنوان یک روش تکمیلی در روش‌های آنالیز طیف‌نگاری با پرتوی ایکس شامل μ -PIXE و μ -XRF به‌کاربرده شود.

در فصل اول، جهت دستیابی به جنبه‌های مختلف موضوع مورد بحث، ابتدا پیشینه‌ای از آنالیز با باریکه‌ی یونی ارائه می‌دهیم سپس روش‌های متداولی که جهت تعیین میزان تخلخل بکار می‌روند به‌طور مختصر بیان می‌کنیم که در این میان می‌توان به روش‌های مبتنی بر جذب، تفرق و روش‌های تصویری اشاره کرد.

در فصل دوم، یک مرور کلی بر تکنیک‌های تحلیلی با استفاده از یون‌های باردار شتاب‌دار برای بمباران مواد را ارائه می‌دهیم و بیان کمیت‌های مورد نیاز جهت تعیین برهم‌کنش پروتون فرودی با ماده هدف و تولید پرتوی ایکس شامل سطح مقطع یونیزاسیون، سطح مقطع تولید پرتوی ایکس برای پروتون فرودی، توان توقف انرژی و همچنین طول جذب پرتوی ایکس که به تفصیل آمده است.

در فصل سوم، اصول اساسی جهت تعیین حفره در روش استروسکوپی با باریکه‌ی پروتونی بیان شده است. به منظور مطالعه‌ی کمی، یک مدل جهت معرفی چیدمان آزمایش، انرژی فرودی، جذب پرتوی ایکس گسیل شده در ماده ارائه شده است. سپس با محاسبه بهره-ی پرتوی ایکس مشخصه حاصل از آشکارسازها، کمیت عدم تقارن در شدت پرتوهای ایکس دو آشکارساز را برای مدل ماده‌ی هدف در نقطه برخورد پروتون فرودی که تابعی از موقعیت حفره در نمونه می‌باشد، معرفی می‌کنیم.

در فصل چهارم، نتایج حاصل از بکارگیری این روش جهت تعیین حفره در مواد به صورت کمی برای اکسید سیلیسیم، اکسید آلومینیوم با ذکر برخی از کاربردهای آن‌ها بیان شده است، سپس نتایج حاصل با آلیاژ برنجی و عنصر کلسیم مقایسه شده است و در نهایت به بررسی تأثیر شعاع حفره و عمق قرارگیری حفره روی نتایج حاصل پرداخته می‌شود.

فصل اول

پیشینه پژوهش

مقدمه

فناوری‌های باریکه‌ی یونی به عنوان ابزارهای ضروری در تحقیقات، توسعه و تولید مواد مدرن، همچنین اصلاح و مشخص‌سازی سطوح و پوسته‌های نازک مواد جامد بنا نهاده شده‌اند. در حال حاضر، باریکه‌ی یونی یکی از جذاب‌ترین و برجسته‌ترین ابزارها برای تجزیه و تحلیل مواد است. یون‌ها با موفقیت در حالت خاص در میکرو و نانوالکترونیک نزدیک به نیم قرن است که به کار برده شده‌اند، و آن‌ها در حال حاضر در حوزه‌های متعدد بسیاری بسبب اهمیت اجتماعی و اقتصادی بالا استفاده می‌شوند. مثال‌های تحقیقاتی برای بهینه‌سازی مواد و دفع زباله در شکافت هسته‌ای و پژوهش‌های همجوشی، درمان در حوزه سلامت، و تجزیه و تحلیل مینی بر یون در مطالعات زیست‌محیطی و برای مشخصات و حفظ میراث فرهنگی هستند. یون‌های سریع همچنین نقش فزاینده‌ای در فناوری‌های نوظهور که در مقیاس نانومتری کار می‌کنند، از قبیل حسگرهای مکانیکی و شیمیایی و مواد فتوولتائیک جدید، و متداول‌تر، برای ایجاد و تجزیه و تحلیل سطوح و پوسته‌های نازک با خواص الکتریکی، نوری، یا مغناطیسی مناسب بازی می‌کنند [۸]. در بین ابزارهای مختلف مشخصه‌یابی، آنالیز با باریکه‌ی یونی جایگاه ویژه‌ای دارد.

۱-۱. آنالیز با باریکه‌ی یونی

از اوایل دهه‌ی نود (میلادی) پیشرفت‌های انجام گرفته در زمینه‌ی آنالیز با باریکه‌ی یونی مربوط به توسعه روش‌های پردازش تصویر می‌باشد، محدودیت عمق نفوذ باعث محدود شدن آنالیز ضخامت و عمق نمونه در روش عبوری و گسیلی شد.

اولین میکروباریکه در سال ۱۹۷۲ در گروه فیزیک هسته‌ای مرکز تحقیقات هارول^۱ در انگلیس ساخته شد، که کاکسون^۲ و گروهش میکروباریکه پروتون با انرژی ۳MeV با قطر ۴μm به دست آوردند. آن‌ها نشان دادند که این امکان وجود دارد که بتوان تصاویر را با جاروب کردن باریکه بر روی نمونه ایجاد کرد و به‌طور همزمان پرتوهای ایکس و پروتون‌های برگشتی را شناسایی کرد، این کار بر روی توری مسی انجام شد [۹].

مشاهده ترکیبات شیمیایی از قبیل داروهای ضدسرطان یا عناصر سمی در بافت‌های بیولوژیکی یا داخل سلول موضوع مهمی در بیولوژی و پزشکی به‌شمار می‌رود. روش‌های مختلفی برای به‌دست آوردن توزیع عنصری در عمق نمونه وجود دارد که این روش‌ها شامل تغییر در انرژی فرودی باریکه‌ی یونی^۳ [۱۰]، تغییر زاویه فرودی (میکروتوموگرافی^۴) [۱۱] و محدود کردن زاویه فضائی آشکارساز پرتوی ایکس [۱۲، ۱۳] می‌باشد. در هرکدام از این موارد نمونه‌برداری باید به تعداد زیادی انجام شود و در برخی موارد بازسازی تصاویر به‌دست آمده باید با به‌کاربردن تکنیک‌های مختلف پردازش داده‌ها [۱۴، ۱۵] صورت گیرد.

1 . Harwell
 2 . Cookson
 3 . Differential PIXE
 4 . Microtomography