تکنولوژی جدید اکستروژن برای ذوب ریسی الیاف نوری پلیمری مورد استفاده در انتقال نور در مسیرهای کوتاه

ترجمه: آزاده موحد

اطلاع‌رسانی

چکیده

روند مداوم افزایش دیجیتالی شدن در دو دهه اخیر منجر به رشد تقاضا برای الیاف نوری پر سرعت به ویژه در مسیرهای انتقال کوتاه در محیط‌های خانگی شده است. این امر به راحتی با استفاده از الیاف نوری پلیمری یا POF[1]ها تامین می‌شود. البته برای رفع نیازهای بازار لازم است تا فرایند تولید این الیاف مقرون به صرفه باشد. در انستیتو تحقیقاتی نساجی دانشگاه فنی آخن تکنولوژی جدید اکستروژن برای ذوب ریسی الیاف نوری پلیمری ابداع شده است.

دستکاری انتخابی فرایند خنک کردن از طریق کوئنچینگ آب با دمای مشخص منجر به تشکیل پروفیل با ضریب شکست می‌شود. این پروسه به تولید مداوم و مقرون به صرفه‌ی الیاف نوری پلیمری سفارشی با خواص قابل تغییر می‌انجامد.

مقدمه

الیاف نوری که به خوبی جای خود را در بازار باز کرده‌اند معمولاً از شیشه سیلیسی یا پلی متیل متاکریلات تهیه می‌شوند. مزیت الیاف نوری پلیمری به الیاف نوری شیشه‌ای، انتقال نور یا داده در مسیرهای کوتاه و بازار آن است. قطر الیاف پلیمری بیشتر و در نتیجه انعطاف‌پذیری آن نسبت به الیاف نوری شیشه‌ای بیشتر است. قطر بزرگ‌تر به طور خاص منجر به روش‌های ارتباطی کم هزینه‌تر نسبت به الیاف نوری شیشه‌ای می‌شود. مزیت‌های ذکر شده در مورد الیاف نوری پلیمری باعث شده است تا استفاده از آن‌ها در زمینه‌های کاربردی مختلف نظیر انتقال داده‌ها، روشن‌سازی و سنسورها افزایش یابد.در حال حاضر دو نوع مختلف از الیاف نوری پلیمری در بازار موجود است: SI-POF[2] و GI-POF[3] (شکل۱). نوع اول یا SI-POF از دو لایه ی کارکردی تشکیل شده است: هسته داخلی و روکش فلزی خارجی که دارای ضریب شکست‌های متفاوت ولی اکثراً ثابت هستند. در این دسته از الیاف نوری مسیر نور به مجموع شکست داخلی نور بر اساس قانون شکست اسنل بستگی دارد. ویژگی مسیر نوری این دسته از الیاف باعث گسترش مدال و در نتیجه پهن شدن پالس‌های نوری می‌شود. یک روش جلوگیری از این گستردگی استفاده از دسته‌ی دوم الیاف نوری پلیمری یا GI-POF است. این الیاف با شکست مداوم نور را هدایت می‌کنند. این دسته از الیاف به دلیل هدایت بهینه پرتو نور در انتقال داده‌ها با سرعت بالا استفاده می‌شوند. البته مهم‌ترین عیب این دسته، فرایند تولید دشوار و گران آن‌هاست. در کل این که کدام دسته از الیاف نوری پلیمری مورد استفاده قرار می‌گیرد از اهمیت چندانی برخوردار نیست بلکه استفاده از الیاف ارزان‌قیمت برای رفع نیازهای رو به رشد جهانی در اولویت قرار دارد. وجود یک فرایند تولید مقرون به صرفه برای الیاف GI-POF که برطرف‌کننده‌ی تمامی نیازهای موجود از روشن‌سازی گرفته تا انتقال داده‌ها باشد، هدف مورد نظر و ایده‌آل ماست.

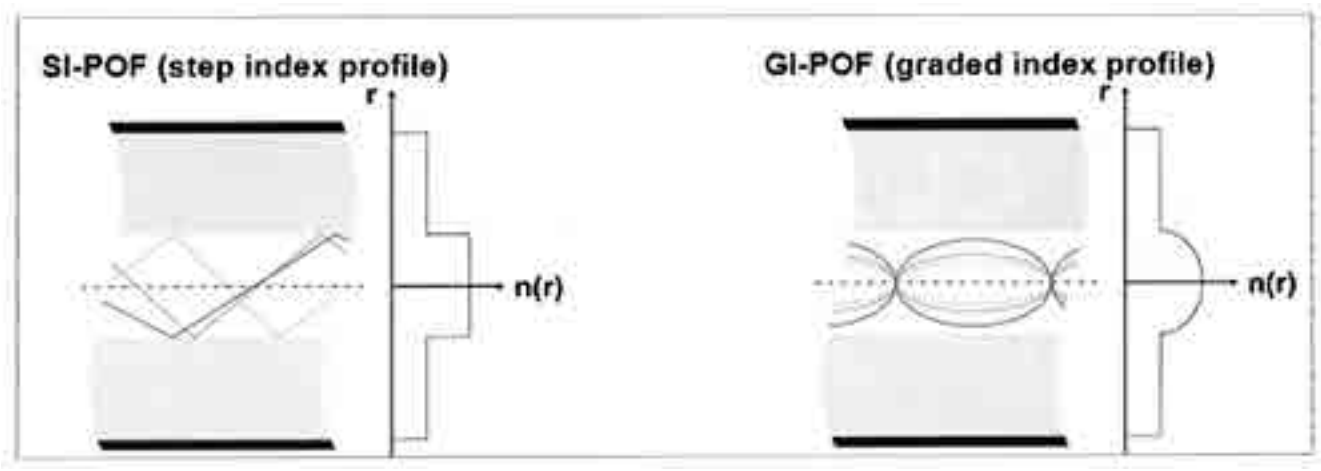
فرایند تولید متداول

در حال حاضر فرایندهای مختلفی برای تولید GI-POF وجود دارد که عبارتند از تکنولوژی چگالش بخار شیمیایی، سانتریفوژ، کوپلیمریزاسیون نوری، انتشار و اکستروژن چند لایه.

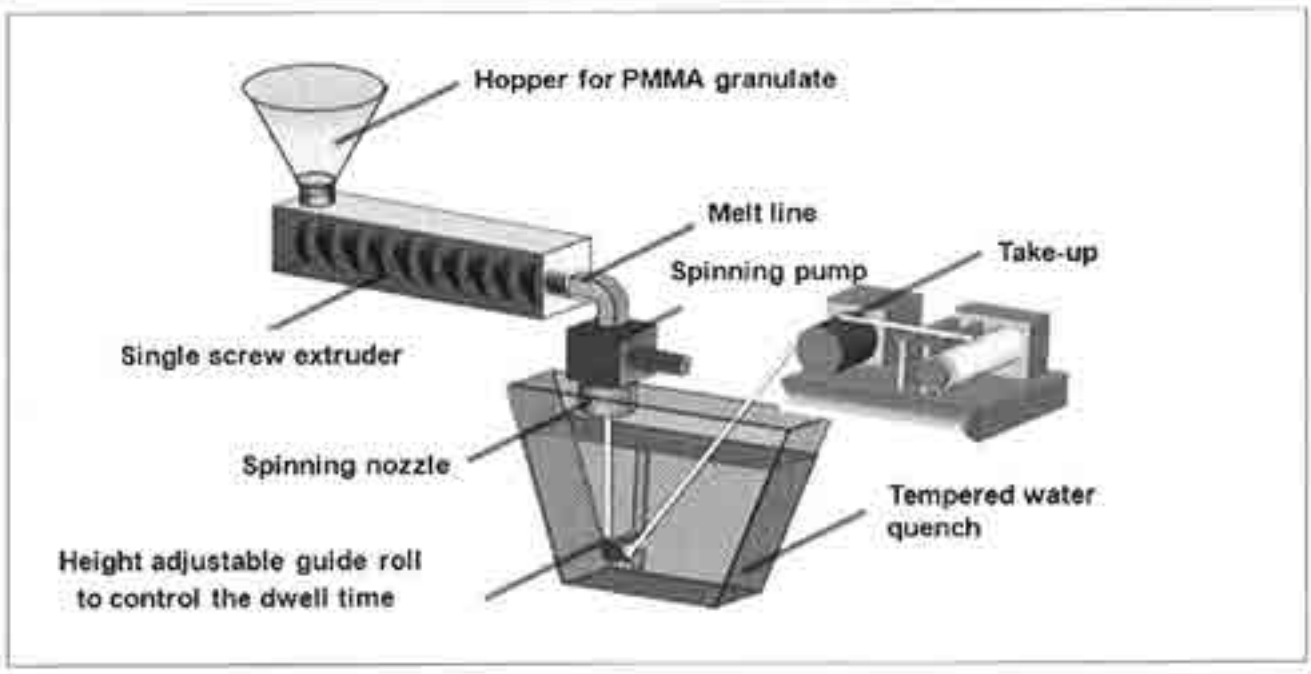
همان‌طور که پیش از این ذکر شد تمامی فرایندهای رایج گران بوده و برای تولید انبوه و اقتصادی مناسب نیستند.

فرایندهای جدید تولید GI-POF

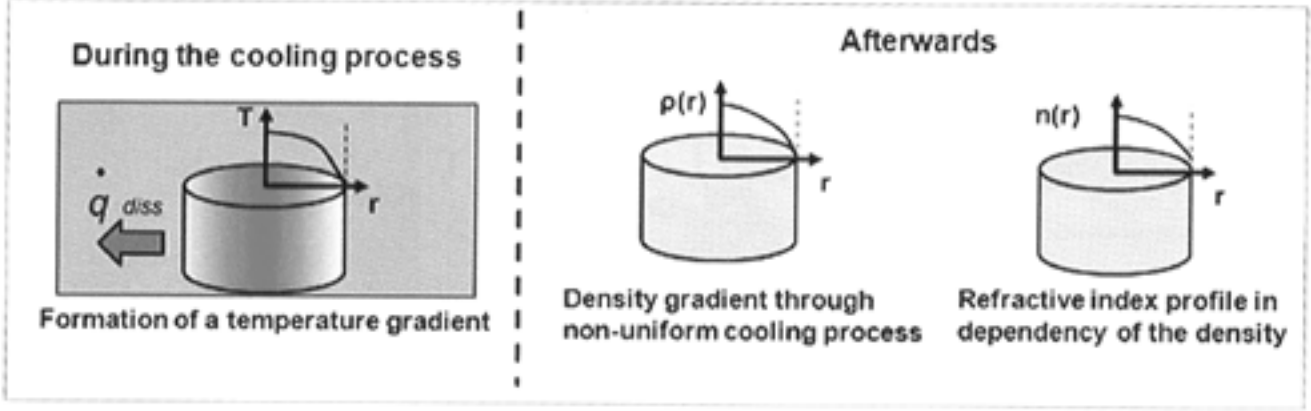
انستیتو تحقیقات نساجی دانشگاه آخن تکنولوژی جدید و نوآورانه اکستروژن را برای ذوب ریسی الیاف نوری پلیمری و فرایند تولید GI-POF با هزینه کم ابداع کرده است. فرایند جدید در شکل ۲ نشان داده شده است. پلیمرهای رایج در شکل گرانولی به عنوان ماده‌ی اولیه خام در این فرایند مورد استفاده قرار می‌گیرند. بنابراین بر خلاف تمامی فرایندهای تولید که در بالا عنوان شد نیازی به فرایند پلیمریزاسیون نیست. زمانی که پلیمر در اکسترودر به حالت مذاب درآمد، پمپ ریسندگی حجم مذاب را به طور ثابت به سر ریسندگی هدایت می‌کند. در این مرحله الیاف شکل می‌گیرند. پس از عبور الیاف از فضای خالی از طریق فرایند کوئنچینگ با آب دمای مشخص، الیاف تحت کشش قرار می‌گیرند. پروفیل GI در حین فرایند خنک کردن



شکل۱- پروفیل‌های الیاف نوری پلیمری با ضرایب شکست مختلف و مسیرهای نوری متناظر



شکل۲-فرایند ذوب ریسی اصلاح شده برای تولید الیاف نوری پلیمری



شکل۳-شکل‌گیری پروفیل GI

تشکیل می‌شود (شکل۳). خنک کردن سریع لایه‌های سطحی الیاف توسط آب اطراف آن در کنار رسانایی حرارتی پایین پلیمر منجر به ایجاد یک گرادیان دمایی شعاعی می‌شود.بر اساس قوانین فیزیک گرادیان دمایی منجر به گرادیان دانسیته می‌شود. از آن جایی که فرایند استراحت تحت تاثیر فرایند سریع خنک کردن الیاف قرار می‌گیرد، توزیع دانسیته در الیاف یکنواخت است. علاوه بر آن از آن جایی که ضریب شکست تابعی از دانسیته است، گرادیان دانسیته منجر به ضریب شکست ایده‌آل برای پروفیل می‌شود.

مزایای تکنولوژی جدید

مهم‌ترین مزیت روش جدید مداوم بودن فرایند تولید است. برای شکل‌گیری پروفیل GI نیازی به منطقه‌ی انتشار نیست و تنها وسیله کمکی مورد نیاز سرد کردن با آب است.

حذف مرحله‌ی وقت گیر انتشار باعث افزایش بازدهی و در نتیجه کارایی فرایند می‌شود. علاوه بر آن نیازی به مواد افزودنی و دوپنت‌ها که باعث افزایش قیمت مواد اولیه خام می‌شود نیست.

یکی از مزایای کلی فرایند ذوب ریسی امکان استفاده از پلیمرهای مختلف نظیر پلی‌کربنات، پلی‌متیل متاکریلات، کوپلیمرهای اولفینی حلقوی و غیره است. در کل امکان تغییر خواص الیاف نوری پلیمری تا حد زیادی وجود دارد: از این الیاف می‌توان در زمینه‌های مختلفی استفاده کرد. دمای آب مورد استفاده در فرایند کوئنچینگ، زمان توقف و قطر الیاف از پارامترهای فرایندی مهم محسوب می‌شوند. به طور خلاصه می‌توان گفت که ویژگی‌ها و مزایای فرایند اصلاح شده‌ی ذوب ریسی تولید الیاف نوری پلیمری را اقتصادی و سفارشی‌تر می‌کند.

مرجع:

Markus Beckers, "An Innovative Extrusion Technology for the Melt Spinning of Polymer Optical Fibers Used for Light Transmission Over Short Distance", International Fiber Journal

پی‌نوشت:

1. Polymer Optical Fibers
2. step-index POF
3. Graded index POF