

حسگرهای کوانتومی کم‌هزینه برای بهبود بررسی باتری خودروهای الکتریکی

حسگرهای کوانتومی ارزان‌قیمت، تغییرات کوچک را در میدان مغناطیسی تشخیص می‌دهند و می‌توانند به شناسایی مشکلات اولیه باتری در خودروهای الکتریکی کمک کنند.



حسگرهای کوانتومی ارزان‌قیمت، تغییرات کوچک را در میدان مغناطیسی تشخیص می‌دهند و می‌توانند به شناسایی مشکلات اولیه باتری در خودروهای الکتریکی کمک کنند. به گزارش ایسنا، تشخیص کوچک‌ترین تغییرات در میدان‌های مغناطیسی یک چالش باورنکردنی به شمار می‌رود، اما این یک کار حیاتی با پیامدهای بزرگ برای همه زمینه‌ها از تشخیص پزشکی گرفته تا فناوری خودروهای الکتریکی است. حتی جابه‌جایی‌های کوچک در میدان‌های مغناطیسی می‌توانند مشکلات پنهان مانند نشانه‌های اولیه خراب شدن باتری‌ها را پیش از این که آسیب جدی به آنها وارد شود، آشکار سازند.

به نقل از ادونسد ساینس نیوز، پژوهشگران ژاپنی یک نوع جدید از حسگر کوانتومی ابداع کرده‌اند که می‌تواند این تغییرات ظریف را با دقت فوق‌العاده اندازه‌گیری کند. این حسگرها با استفاده از اصول مکانیک کوانتومی می‌توانند زمینه‌هایی را مانند پزشکی، انرژی و علم مواد متحول کنند.

از جمله امیدوارکننده‌ترین این حسگرها، انواع مبتنی بر «نیتروژن-تهی جایی مرکزی» (Nitrogen-vacancy center) هستند که در الماس یافت می‌شوند. نیتروژن-تهی جایی مرکزی همان‌طور که از نامش پیداست، یک جای خالی در ساختارهای کریستالی است که در کنار یک اتم نیتروژن جایگزین اتم کربن در شبکه الماس ایجاد شده است.

«موتسوکو هاتانو» (Mutsuko Hatano) پژوهشگر «مؤسسه علوم توکیو» (Science Tokyo) و پژوهشگر ارشد این پروژه گفت: حسگرهای کوانتومی مبتنی بر الماس دارای مزایایی در محدوده دینامیکی گسترده، حساسیت بالا و طیف گسترده‌ای از کاربردها هستند.

تعامل بین اتم نیتروژن اضافه‌شده و شبکه کربن اطراف، حالت‌های کوانتومی منحصر به فردی را برای الکترون‌های اطراف فضای خالی ایجاد می‌کند. حساسیت این حالت‌ها به میدان‌های مغناطیسی همان چیزی است که مراکز را به حسگرهای استثنایی میدان مغناطیسی تبدیل می‌کند.

هنگامی که مراکز خالی با نور لیزر سبز روشن می‌شوند، فلورسانس قرمز را ساطع می‌کنند که شدت آن بسته به قدرت میدان مغناطیسی تغییر می‌یابد. با اندازه‌گیری روشنایی این نور قرمز می‌توان قدرت میدان مغناطیسی را با دقت قابل توجهی تعیین کرد.

به رغم قابلیت‌های حسگرهای کوانتومی از جنس الماس، افزایش تولید آنها برای استفاده تجاری به دلیل هزینه‌های بالا و پیچیدگی‌های ساخت، دشوار بوده است. علاوه بر این، اگرچه الماس‌های طبیعی در دسترس قرار دارند، اما اغلب بسیار گران هستند و ناخالصی شیمیایی ایده‌آل را برای چنین کاربردهایی ندارند. حسگرهای کیفیت بالا معمولاً با رسوب اتم‌های کربن روی یک بستر الماس، به صورت لایه‌لایه و با استفاده از گازی تولید می‌شوند که توسط امواج مایکروویو به اتم‌ها تجزیه می‌شود. این فرآیند، یک شبکه کریستالی کاملاً منظم را تولید می‌کند که برای یک حسگر دقیق ضروری به شمار می‌رود، اما این فرآیند زمان‌بر و گران است.

هاتانو و گروهش برای کاهش هزینه و پیچیدگی تولید حسگرهای الماس، یک فرآیند تخصصی را برای توسعه الماس ابداع کردند. در این روش، لایه‌های الماس روی یک بستر غیر الماس قرار می‌گیرند و این کار، هزینه‌های تولید را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد.

در مرحله خاصی از تشکیل الماس که یک شبکه کریستالی بسیار منظم ایجاد شده بود، نیتروژن به مخلوط گاز وارد شد. نیتروژن با شبکه الماس در تعامل قرار گرفت و مراکز خالی نیتروژن هم‌تراز و یکنواختی را ایجاد کرد که از طریق تحلیل دقیق میکروسکوپی تأیید شدند.

بررسی باتری خودروهای الکتریکی

حساسیت استثنایی حسگرها به میدان‌های مغناطیسی همراه با روش جدید و کارآمد تولید توسعه یافته توسط هاتانو و گروهش، حسگرها را به یک گزینه ایده‌آل برای نظارت بر جریان‌های الکتریکی در باتری وسایل نقلیه الکتریکی تبدیل می‌سازد و به طور قابل توجهی به پیشرفت راه‌حل‌های انرژی پاک کمک می‌کند. همان‌طور که جریان از باتری منتشر می‌شود، میدان مغناطیسی ایجاد می‌کند. به حداقل رساندن خطای اندازه‌گیری می‌تواند قابلیت اطمینان باتری را به حداکثر برساند.

این گروه پژوهشی، حسگرهای خود را با ساختن مجموعه‌ای آزمایش کردند که موتور یک خودروی الکتریکی واقعی را شبیه‌سازی می‌کند و قرار دادن حسگرها در داخل آن را برای نظارت بر انحراف میدان مغناطیسی از مقادیر دقیق مورد بررسی قرار می‌دهد. انحراف میدان مغناطیسی می‌تواند به شارژ/دشارژ بیش از اندازه باتری یا سایر مشکلات مؤثر بر عملکرد و طول عمر آن منجر شود.

نتایج این کار چشمگیر بودند، زیرا حسگرها با هزینه بسیار کمتری نسبت به سایر حسگرها ساخته شدند. همچنین، حسگرها قادر به شناسایی کوچک‌ترین نوسانات در جریان بودند و امکان شناسایی هرگونه انحراف را از مصرف بهینه برق سیستم فراهم می‌کردند.

اگرچه بررسی‌های آزمایشگاهی، نتایج استثنایی را به همراه داشتند، اما پژوهشگران اذعان کردند که شرایط دنیای واقعی، چالش‌های بیشتری را به همراه خواهند داشت.

هاتانو گفت: ما قصد داریم تا چند سال دیگر آزمایش میدانی حسگرهای کوانتومی الماس را در حال راندن یک وسیله نقلیه الکتریکی انجام دهیم. نوبت زیاد در یک محیط عملی ممکن است حساسیت و دقت حسگر کوانتومی را محدود کند. با وجود این،

افزایش شدت سیگنال حسگر که با تابش پرتو الکترونی به حسگر الماس می توان به آن دست یافت و همچنین افزایش تعداد مراکز خالی نیتروژن و بهبود کارایی جمع آوری فلورسانس با بهبود اپتیک، بر این امر غلبه خواهد کرد. این پژوهش در مجله «Advanced Quantum Technologies» به چاپ رسید.