POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

مشخصه‌های نانوژنراتورهای مالشی فروسیال جامد برای استفاده انرژی ارتعاشی با فرکانس بسیار پایین

چکیده

مشکلات دوام ناشی از فقدان اصطکاک، توسعه نانوژنراتور مالشی[1] جامد-جامد را محدود کرده است، که فرصتی را برای نانوژنراتور مالشی جامد-مایع فراهم نموده است. سیال‌های فرو[2] به دلیل خاصیت مایع و مغناطیسی بودن، در نانوژنراتورهای مالشی جامد-مایع استفاده شده است. در این مطالعه، نانوژنراتور مالشی سیال فریتی-جامدی (SF-TENG[3]) را برای استفاده از انرژی ارتعاشی با فرکانس بسیار پایین را پیشنهاد می‌گردد. این SF-TENG می‌تواند ارتعاشات نوسانی را با استفاده از الکتریسیته اصطکاکی بین پوسته پلی‌تترافلوئورواتیلن و سیال فرو را جمع‌آوری نماید. برای افزایش سرعت حرکت بارها، یک میدان مغناطیسی بر SF-TENG اعمال گردید تا سرعت جریان سیال فرو را افزایش داده شد. حجم سیال فرو و شدت میدان مغناطیسی اعمال شده برای افزایش عملکرد SF-TENG بهینه شده است. سپس SF-TENG را با اعمال ارتعاشات نوسان فرکانس 0/5-0/1 هرتز مشخص گردید. هنگامی که فرکانس نوسان ورودی 0/5 هرتز بود، مقدار قله تا قله[4] ولتاژهای مدار باز، 0/98 ولت و حداکثر جریان لحظه‌ای 1/05 نانوآمپر بود. علاوه بر این، توان خروجی تقریباً 1/03 نانووات و چگالی توان 0/0426

---

[1] الکتریسیته مالشی
[2]
[3] solid-ferrofluid triboelectric nanogenerator
[4] Peek to peek

میلی‌وات‌برمترمکعب بود. حداکثر توان خروجی آرایه موازی SF-TENG در مقاومت بار 700 MΩ به 18/2 نانووات رسید و خازن با ظرفیت 1 میکروفاراد را می‌توان تا 1/5 ولت در 150 ثانیه باردار نمود.

نتیجه‌گیری

سیال فرو به عنوان نوعی مایع می‌تواند جایگزین محیط اصطکاکی جامد در نانوژنراتور مالشی گردد. علاوه بر این، می‌تواند از سایش ناشی از تماس دو جسم جامد جلوگیری نموده و همچنین از حداقل انرژی نوسانی استفاده کند. در عین حال، سیال فرو به عنوان یک محیط مغناطیسی می‌تواند توسط یک میدان مغناطیسی تحریک گردد و بنابراین پتانسیل بهبود عملکرد نانوژنراتور تریبوالکتریک را دارد. در این مطالعه، یک نمونه SF-TENG برای استفاده از ارتعاش نوسانی با فرکانس بسیار پایین طراحی گردید. تأثیر شدت‌های مختلف میدان مغناطیسی و حجم‌های سیال فرو را بر عملکرد خروجی SF-TENG ارزیابی شد. کاهش حجم سیال فرو باعث کاهش سطح تماس جامد و مایع شد و در نتیجه تولید بارهای اصطکاکی را کاهش داد. افزایش حجم سیال فرو باعث کاهش سرعت جریان مایع شد. سپس سرعت انتقال بارهای القایی و جریان خروجی کاهش یافت. برای دستگاه طراحی شده در این مطالعه، استفاده از 9 میلی‌لیتر سیال فرو به بهترین عملکرد SF-TENG دست یافت. هنگامی‌که تأثیر نیروی مغناطیسی بر حرکت سیال فرو بر نیروی گرانش قرار گرفت، نیروی مغناطیسی حرکت سیال فرو را تا حد زیادی تسریع نمود. بنابراین، میدان مغناطیسی خارجی توانست عملکرد SF-TENG را افزایش دهد. هنگامی که تأثیر نیروی مغناطیسی بر حرکت سیال بیشتر از گرانش بود، نیروی مغناطیسی سیال فرو را جذب کرد و از حرکت سیال فرو جلوگیری نمود. میدان مغناطیسی 56 kA/m بهترین عملکرد SF-TENG طراحی شده در این مطالعه را به دست آورد.

POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

ارتعاش نوسانی را با فرکانس‌های مختلف به SF-TENG اعمال گردید. با توجه به نتایج آزمایش، خروجی ولتاژ مدار باز و جریان اتصال کوتاه توسط SF-TENG تقریباً با فرکانس نوسان ورودی، خطی بود. هنگامی که فرکانس نوسان ورودی 0/1 هرتز باشد، SF-TENG به‌طور موثری انرژی الکتریکی را تولید می‌کند. ولتاژ مدار باز 0/5 ولت، جریان اتصال کوتاه 0/65 نانوآمپر و توان خروجی تقریباً 0/325 نانووات بود. هنگامی که فرکانس نوسان ورودی 0/5 هرتز بود، ولتاژ مدار باز قله به قله 0/98 ولت، جریان اتصال کوتاه 1/05 نانوآمپر و توان خروجی تقریباً 1/03 نانووات بود. چگالی توان SF-TENG در این زمان 0/426 میلی‌وات‌برمترمکعب بود. سپس تأثیر اشکال مختلف آرایه بر خروجی مورد بررسی قرار گرفت. نشان داده شد که اوج توان خروجی آرایه موازی SF-TENG در مقاومت بار 700 MΩ به 18/2 نانووات رسیده است. آرایه SF-TENG پتانسیل زیادی در تولید انرژی با فرکانس فوق‌العاده پایین برای باردار نمودن خازن نشان داد. این مقاله نه تنها بر روی عملکرد خروجی یک SF-TENG منفردی که در محیط با فرکانس بسیار پایین کار می‌کند متمرکز بود، بلکه داده‌های ضروری را برای تطبیق آرایه SF-TENG یکپارچه و بار توانی برای کار خود دستگاه را ارائه نمود.

کلیدواژه

برداشت‌کننده انرژی ارتعاشی، نانوژنراتورهای مالشی، سیال فرو

Vibration energy harvester, Triboelectric nanogenerator, Ferrofluid

مرجع

Y. Chen, H. Zhang, C. Xu, L. Deng, Q. Yang, H. Zang, J. Xing, L. Xie, “Characteristic of Solid-Ferrofluid Triboelectric Nanogenerator for Ultra-Low-Frequency Vibration Energy Harvesting”, Nano Energy, 2023, vol. 111.