

Levende materialen gloeien onder druk

Een team van onderzoekers heeft zachte maar duurzame materialen ontwikkeld die gloeien wanneer ze worden blootgesteld aan mechanische spanning zoals samendrukken, uitrekken of draaien. Het werk is geïnspireerd door bioluminescente golven die in San Diego zichtbaar waren tijdens ‘red tide events’, periodes van sterke algenbloei.



Zachte, levende materialen. Deze zachte, levende materialen gloeien wanneer ze worden blootgesteld aan mechanische spanning zoals samendrukken, uitrekken of draaien.

Afbeelding: UC San Diego Jacobs School of Engineering.

De materialen krijgen hun luminescentie door eencellige algen die bekend staan als dinoflagellaten. “Een boeiende eigenschap van deze materialen is hun inherente eenvoud – ze hebben geen elektronica nodig, geen externe krachtbron,” zegt senior-onderzoeker Shengqiang Cai, hoogleraar mechanica en lucht- en ruimtevaarttechniek aan de UC San

Diego Jacobs School of Engineering. “We laten zien hoe we de kracht van de natuur kunnen benutten om rechtstreeks mechanische prikkels om te zetten in het uitzenden van licht.”

De belangrijkste ingrediënten van de bioluminescente materialen zijn dinoflagellaten en een polymeer uit zeewier dat algiinaat heet. Die elementen werden gemengd in een oplossing, die vervolgens met een 3D-printer verwerkt werd om een breed scala aan vormen te maken, zoals roosters, spiralen, spinnewebben, ballen, blokken en piramide-achtige structuren. Ten slotte lieten de onderzoekers de 3D-geprinte structuren uitharden.

Als de materialen onderworpen worden aan samendrukken, uitrekken of draaien, reageren de dinoflagellaten erin door licht uit te zenden. Die reactie is vergelijkbaar met wat er in de oceaan gebeurt, wanneer dinoflagellaten lichtflitsjes produceren als onderdeel van een beschermingsstrategie tegen roofdieren. In tests gloeiden de materialen op wanneer de onderzoekers erop drukten of patronen tekenden op het oppervlak. De materialen waren zelfs gevoelig genoeg om onder het gewicht van een schuimrubberen bal die over het oppervlak rolde op te lichten.

Hoe groter de uitgeoefende druk, hoe helderder het gloeien werd. De onderzoekers wisten dit gedrag kwantitatief te beschrijven, en ontwikkelden een wiskundig model dat de intensiteit van de gloed kan voorspellen op basis van de grootte van de mechanische spanning die wordt uitgeoefend.

De onderzoekers ontwikkelden ook technieken om de materialen bestendig te maken tegen verschillende experimentele omstandigheden. Om the materialen te versterken zodat ze substantiële mechanische lading kunnen weerstaan, werd een tweede polymeer, poly (ethyleen glycol) diacrylaat, toegevoegd aan het oorspronkelijke mengsel. Bovendien zorgde het aanbrengen van een laagje van een uitrekbaar rubberachtig polymeer met de naam Exoflex voor bescherming in zure en basische oplossingen. Met deze beschermende laag konden de materialen zelfs tot vijf maanden in zeewater worden opgeslagen zonder hun vorm of bioluminescente eigenschappen te verliezen.

Nog een nuttige eigenschap van deze materialen is het minimale onderhoud dat ze nodig hebben. Om te blijven werken hebben de dinoflagellaten in de materialen periodieke cycli van licht en duisternis nodig. Gedurende de lichte fase gebruiken ze fotosynthese om voedsel en energie te produceren, die vervolgens in de donkere fase gebruikt worden om licht uit te

zenden als mechanische spanning wordt uitgeoefend. Dit gedrag bootst de natuurlijke processen na die plaatsvinden als dinoflagellaten voor bioluminescentie zorgen gedurende 'red tide events' in de oceaan.

“Het nieuwe werk toont een eenvoudige methode om levende organismen te combineren met niet-levende componenten om zo nieuwe materialen te maken die zichzelf in stand houden en die gevoelig zijn voor de fundamentele mechanische prikkels die in de natuur voorkomen,” zegt Chenghai Li, eerste auteur van het artikel en promovendus in de mechanica en lucht- en ruimtevaarttechniek in Cai's lab.

De onderzoekers zien voor zich dat deze materialen mogelijk gebruikt kunnen worden als mechanische sensoren om druk of spanning te meten. Andere mogelijke toepassingen liggen in de zachte robotica en medische apparaten die lichtsignalen gebruiken om een behandeling uit te voeren of gecontroleerd medicijnen toe te dienen.

Voordat zulke toepassingen gerealiseerd kunnen worden is er echter nog veel werk te doen. De onderzoekers werken aan het verder verbeteren en optimaliseren van de materialen.

Publicatie

[*Ultrasensitive and robust mechanoluminescent living composites*](#), Chenghai Li, Nico Schramma, Zijun Wang, Nada F. Qari, Maziyar Jalaal, Michael I. Latz en Shengqiang Cai. Science Advances Vol 9, Issue 42 (2023).