

Fabrication additive de capteurs piézoélectriques

Résumé

Les matériaux piézoélectriques sont utilisés dans une large variété de secteurs en raison de leur capacité à autoproduire de l'énergie. Les polymères piézoélectriques en particuliers, révèlent des propriétés intéressantes en termes de flexibilité et malléabilité au contraire des céramiques plus cassantes. Tout le défi réside dans leurs propriétés piézoélectriques intrinsèquement faibles: ils doivent donc subir des procédés post fabrication longs et coûteux afin de devenir opérationnels. De plus, pour fournir des capteurs utilisables, les matériaux piézoélectriques doivent être connectés à des électrodes conductrices (afin de transférer l'énergie acquise) ce qui peut s'avérer problématique lorsque les capteurs ont des formes complexes.

L'équipe du professeur Therriault a réussi à développer à la fois une encre piézoélectrique qui ne requiert pas de procédé post fabrication et la fabrication additive en une étape d'un matériau conducteur et piézoélectrique qui peut fournir des capteurs sur mesure à la demande.

Contexte

Les capteurs et matériaux piézoélectriques sont très populaires dans la majorité des industries. Horlogerie (montres à quartz), automobile (capteurs de pression), industrie du sport (capteur de mouvement) et jeux-vidéos (manette Wii) sont quelques exemples des nombreuses applications reliées aux matériaux piézoélectriques. Mais tant ces matériaux que leurs procédés de fabrication font face à des défis importants.

Le PVDF (polyvinylidène fluoride) est le polymère le plus utilisé dans l'industrie des piézoélectriques. Il possède l'avantage d'être malléable, facilement imprimable et flexible (contrairement aux céramiques très cassantes). Cependant, ce polymère ne possède pas de propriétés piézoélectriques à l'état naturel. Afin de les acquérir, il subit des transformations post fabrication très lourdes qui nécessitent des températures et des courants électriques élevés. De plus, les éléments piézoélectriques doivent être connectés à des électrodes afin d'être opérationnels ce qui est particulièrement difficile à mettre en œuvre dans le cas de capteurs complexes ou minuscules. La fabrication additive (aussi appelée impression 3D) consiste en l'assemblage d'objets complexes couche par couche grâce à la conception assistée par ordinateur (CAD). Ce type de fabrication permet des formes élaborées et des capteurs sur mesure mais requiert un contrôle précis du procédé afin d'être réellement efficace.

Technologie

L'équipe du professeur Therriault a développé une technologie innovante qui maîtrise les défis associés aux matériaux piézoélectriques. Des nanoparticules de titanate de Barium (BaTiO_3) ont été dispersées dans du PVDF dans sa phase naturelle (non piézoélectrique). Cette technologie de dispersion repose sur une méthode de mélange souvent utilisée pour des broyages fins. Cette méthode permet une concentration en nanoparticules très supérieure aux méthodes habituelles. Ainsi, le composite final peut atteindre un coefficient piézoélectrique d'environ 18 pC.N^{-1} (comparable au PVDF commercial) mais sans aucun procédé de post transformation requis.

La fabrication en une étape du capteur est réalisée par la co-extrusion des encres piézoélectrique et électronique. La viscosité de ces deux composantes est strictement contrôlée afin de permettre une interconnexion sans risque de délamination.

Applications

Cette invention est particulièrement utile dans les secteurs où les capteurs sur mesure sont nécessaires : par exemple le biomédical et la robotique (avec la fabrication de moustaches artificielles). D'autres applications sont prévues dans l'impression 3D où l'impression en une étape des encres et capteurs piézoélectriques représente un gain de temps et d'argent.

Avantages Compétitifs

- Pas de procédé de post transformation requis
- Encre polyvalente adaptée à la fabrication industrielle et aux particuliers
- Capacité à effectuer des capteurs de forme complexe à la demande
- Technique économique et facile à mettre en œuvre

Propriété Intellectuelle

Demande provisoire US 62/420,176 « PIEZOELECTRIC COMPOSITE, INK AND INK CARTRIDGE FOR 3D PRINTING, BIFUNCTIONALMATERIAL COMPRISING THE PIEZOELECTRIC COMPOSITE, MANUFACTURE AND USESTHEREOF »

Prochaines étapes

Nous sommes à la recherche d'un partenaire industriel afin de collaborer avec l'équipe dans le but de développer la technologie plus en avant. L'une des prochaines étapes est de produire des fibres et des films piézoélectriques.

Contact univalor

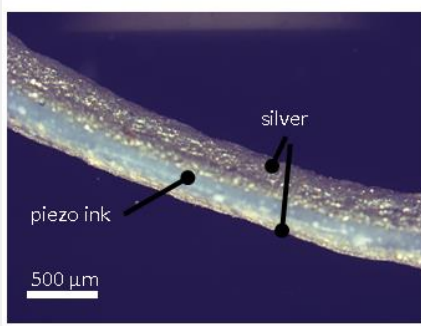
Audrey Somé, M Sc,A
Project leader, Business Development,
Sciences and Engineering
Univalor
+1 (514) 340-3243 ext. 5191
audrey.some@univalor.ca

Contact chercheur

Daniel Therriault
Professor
Department of Mechanical Engineering
Polytechnique Montreal
+1 (514) 340-4711 ext. 4419
daniel.therriault@polymtl.ca



Additive manufacturing of piezoelectric sensors



Background

Piezoelectric materials and sensors are very popular among almost every industry. But, both these materials and their fabrication process also face important challenges. PVDF (polyvinylidene fluoride) is the mostly used polymer in the piezoelectric industry. It has the advantage to be compliant, easily printable and flexible (unlike ceramics that are very brittle). However, this polymer does not possess piezoelectric properties naturally. It must undergo heavy post processing transformations to acquire them (like poling). These operations often require several hours as well as high temperature and electric current. Additionally, piezoelectric elements have to be connected to electrodes in order to become operational sensors. This inter-connection is particularly difficult to realise when it comes to complex or small sensors. Additive manufacturing (also referred to as three-dimensional (3D) printing) consists of joining materials to make complicated objects from a 3D computer-aided-design (CAD) model in a layer-by-layer fashion. It allows the fabrication of complex shapes and on demand sensors but requires a precise method and process control to be really efficient.

Technology

Professor Therriault and his team have mastered these challenges by developing an innovative technology. Barium titanate (BaTiO_3) well known for their piezoelectric properties were dispersed in PVDF in his natural phase (hence not inherently piezoelectric). This dispersion technology relies on a mixing method. This method enables a nanoparticle distribution very superior to the usual mixing techniques. Thus, the final composite can reach a piezoelectric coefficient of about 18 pC.N^{-1} (comparable to the commercial PVDF) but without any post transformation process required. One step sensor fabrication is done by co-extruding both piezoelectric ink and silver paste used as electrode. The viscosity of both these components is strictly controlled to allow the ink and its electrode to be interconnected with no risk of delamination.

Application

This invention is particularly useful in sectors where custom sensors are necessary: for instance biomedical and robotics. Others applications are foreseen in the 3D printing industry where the one step fabrication piezoelectric ink and sensor is a time and cost effective advantage.

Competitive Advantages

- No heavy post transformation process required
- Versatile ink adapted to large industrial fabrication companies and individual 3D printing
- Ability to form complex shape sensors on demand
- Cost effective and time saving technique

Patent

US Provisional Patent Application

Next Steps

One of the next steps is to produce piezoelectric yarns and films avoiding the poling steps, thereby, simplifying the present fabrication techniques.

Contact

Audrey Somé, M. Sc.A
Project Leader, Sciences and Engineering
Business Development
Univalor
+1 (514) 340-3243 ext 5191
audrey.some@univalor.ca

Daniel Therriault, Ph.D.
Professor
Department of Mechanical Engineering
École Polytechnique de Montréal
+1 (514) 340-4711 ext 4419
daniel.therriault@polymtl.ca

