

DIELEKTRISCHE ELASTOMERE

Dielektrische Elastomere (DE) sind formveränderbare Materialien. Die dünnen, mit Elektroden beschichteten Folien dehnen sich beim Anlegen von sehr hoher elektrischer Spannung (kV) aus.

DEs sind eine Untergruppe der elektroaktiven Polymere und finden in den Bereichen Aktorik und Sensorik sowie als Generatoren Anwendung. Sie bestehen aus einer sehr dehnbaren Elastomerfolie, welche an Ober- und Unterseite mit elastischen Elektroden beschichtet ist. Je nach Anwendung werden DE-Wandler unterschiedlich verarbeitet. Soll eine größtmögliche Längenänderung in der Ebene erzielt werden, werden „Ein-Schicht-Aufbauten“ integriert. Sollen größere Kräfte realisiert werden, werden sie zu mehrschichtigen „Stapelaufbauten“ gebündelt. Für bestimmte Anwendungen können sie zu Rollen gewickelt werden.

Bei Dehnung der DE-Wandler ist eine Kapazitätsänderung messbar (Sensorik). Die durch zyklisches Verformen entstehende elektrische Spannung kann als elektrische Energie abgegriffen werden. Energy-Harvesting-Modulen aus DEs zur Gewinnung von elektrischer Energie aus Vibrationen, Wellen oder Schwingungen werden sehr hohe Wirkungsgrade prognostiziert.

BESONDERE MERKMALE

- Der funktionale Aufbau eines DE-Wandlers ist sehr einfach, sie sind extrem leicht und weisen wenig bis keinen Verschleiß auf
- Beim Anlegen einer elektrischen Spannung (momentan im kV Bereich) können Dehnungen um deutlich > 10% - in einigen Fällen sogar bis zu 300% - beobachtet werden
- Die Ausdehnung bzw. Komprimierung des DE-Wandlers ist über die angelegte Spannung präzise und stufenlos regelbar
- DE-Wandler agieren sehr schnell (in wenigen Millisekunden) und geräuschlos
- DE-Wandler arbeiten reversibel (d. h. wenn die Spannung bzw. mechan. Belastung abnehmen, kehren sie wieder vollständig in ihren Ausgangszustand zurück)
- Üblicherweise werden schwarze Elektroden (aus Carbon) verwendet, darüber hinaus sind metallische Färbungen möglich. Die DE-Folien selbst sind transluzent und können je nach Materialzusammensetzung unterschiedlich gefärbt sein.
- Dielektrische Elastomeraktoren befinden sich noch weitestgehend im Forschungsstadium, kostengünstige Ausgangsmaterialien und die Entwicklung industrienahe Fertigungstechnologien stellen jedoch eine mittelfristige Marktverfügbarkeit in Aussicht

MATERIALZUSAMMENSETZUNG
Polymerfolie (Dielektrikum) und flexible Elektroden (meistens Carbon)

MATERIALSTÄRKE
Applikations-spezifisch einstellbar;
Stand der Technik: Filmdicke min. 0,02mm

HALBZEUGE (teilw. für DEA, IN, SMART3)
Ein-Schicht-Folienaktor und Multischichtaktor (Stapelaktor)

ENTWICKLUNG
Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung (IAP), Potsdam-Golm
Stapelaktor gefertigt in Kooperation zwischen Fra-IAP und Hochschule Ostwestfalen-Lippe



V.l.n.r.:

3M-Polymerfolie, laborgefertige DE-Proben aus Polymerfolien mit unterschiedlichen Eigenschaften
inklusive Elektroden (schwarz), handgefertigte DE-Proben mit unterschiedlichen Rahmenstrukturen
inklusive Elektroden (schwarz) und Kupferkontakten, laborgefertiger Stapelaktor

DIELEKTRISCHE ELASTOMERE

AUFBAU & FUNKTIONSPRINZIP
DIELEKTRISCHER ELASTOMERWANDLER

MATERIALFUNKTIONEN

- AKTOR
- SENSOR
- GENERATOR

EINFLUSSPARAMETER

- Größe, Geometrie, Design;
- Folien-Material, -Dicke,
- Steifigkeit, -Empfindlichkeit gegenüber dem elektrischen Feld; Elektroden-Leitfähigkeit; angelegte elektrische Spannung

Bei Verwendung eines DE als Aktor wird eine Spannung (im kV Bereich) angelegt, wodurch sich die Elektroden entgegengesetzt aufladen. Diese ziehen sich an und komprimieren das dazwischenliegende Dielektrikum, welches sich dadurch in seiner Ebene ausdehnt und dünner wird.

Um DEs als Sensoren einzusetzen, wird der flexible Wandler mechanisch verformt, was eine Änderung der Kapazität zur Folge hat. Diese Änderung kann messbar erfasst werden und somit Kraft oder Druck bestimmt werden.

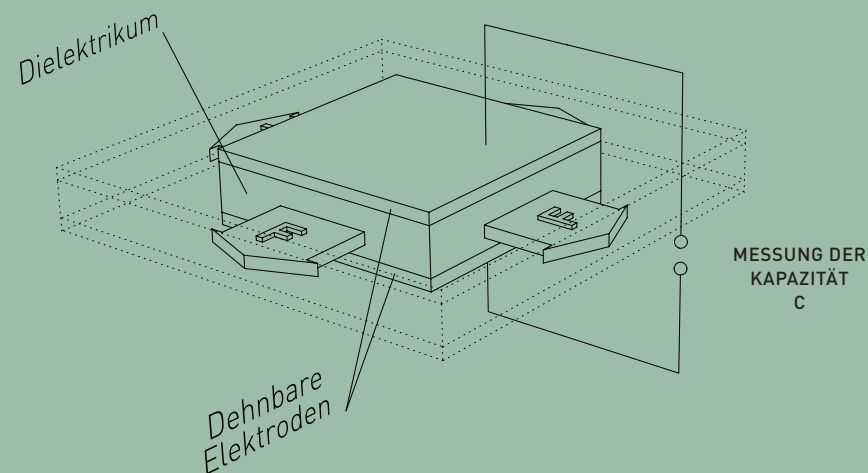
Um DEs als Generatoren zu verwenden, wird der Wandler elektrisch und mechanisch vorgespannt. Wird er nun wiederholt (zyklisch) mechanisch verformt, entsteht bei Entlastung Ladung (bzw. Spannung U), die abgenommen werden kann.

INPUT SENSOR

mechanische Energie

OUTPUT SENSOR

elektrische Ladung,
elektrische Spannung

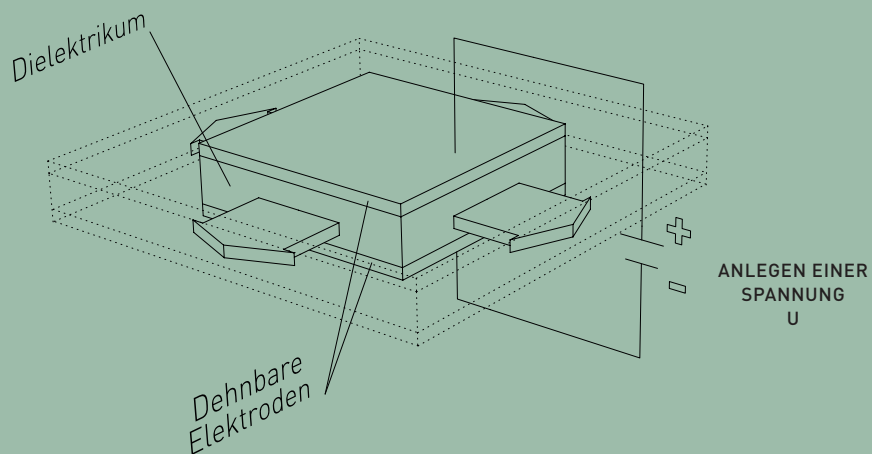


INPUT AKTOR

elektrische Energie

OUTPUT AKTOR

Kraft, Verformung



INPUT GENERATOR

zyklische mechanische Energie,
zyklische elektrische Energie

OUTPUT GENERATOR

elektrische Ladung,
elektrische Spannung

