

Numerische Simulation eines Mikrosensors der Stößen ausgesetzt ist

This work can be done in English or German.

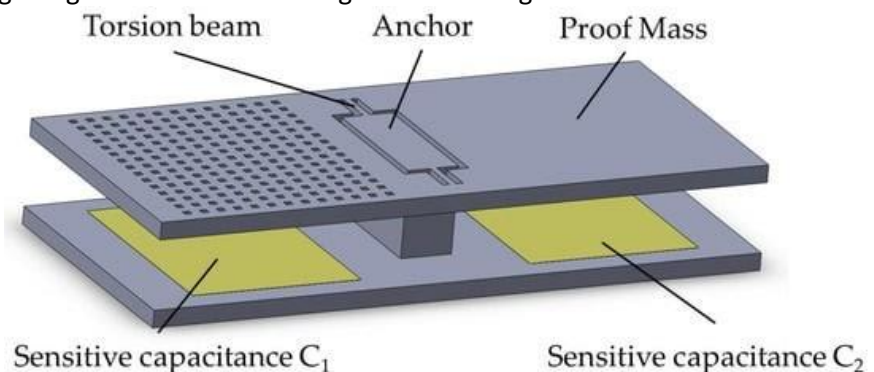
Kontakt

✉ johann.gross@ila.uni-stuttgart.de ☎ 0711 685 69396

Hintergrund

Mikrosensoren haben ein breites Anwendungsspektrum und sind in jedem Smartphone eingebaut. Gängige Typen sind Beschleunigungssensoren des in der Abbildung gezeigten Wippen-Typs. Empfindlichkeit und Zuverlässigkeit gehören zu den wichtigsten technologischen Zielen. Für eine hohe Empfindlichkeit sind ausreichend kleine Abstände zwischen beweglichen und statischen Elektroden erforderlich. Dies steht im Widerspruch zur Zuverlässigkeit gegenüber übermäßigen Belastungen. Das Überleben versehentlicher Stürze, bei denen Beschleunigungen in der Größenordnung des 10^4 - 10^7 -fachen der Schwerkraft oder höher auftreten können, ist eine der härtesten Anforderungen. Der Kontakt zwischen beweglichen und statischen Teilen kann zu einer Reihe von Versagensarten führen, darunter Bruch und Abplatzen kleiner Fragmente (die Bewegungen blockieren oder Kurzschlüsse verursachen können). Aus diesem Grund sind Stopper (in der Abbildung nicht dargestellt) ein wichtiger Bestandteil des Designkonzepts.

Empfindlichkeit sind ausreichend kleine Abstände zwischen beweglichen und statischen Elektroden erforderlich. Dies steht im Widerspruch zur Zuverlässigkeit gegenüber übermäßigen Belastungen. Das Überleben versehentlicher Stürze, bei denen Beschleunigungen in der Größenordnung des 10^4 - 10^7 -fachen der Schwerkraft oder höher auftreten können, ist eine der härtesten Anforderungen. Der Kontakt zwischen beweglichen und statischen Teilen kann zu einer Reihe von Versagensarten führen, darunter Bruch und Abplatzen kleiner Fragmente (die Bewegungen blockieren oder Kurzschlüsse verursachen können). Aus diesem Grund sind Stopper (in der Abbildung nicht dargestellt) ein wichtiger Bestandteil des Designkonzepts.



Um Mikrosensoren zu entwerfen, müssen die Stöße zwischen der Mikrostruktur und den Stoppern sowie die resultierenden Vibrationen simuliert werden. Der Stand der Technik ist die Durchführung detaillierter Finite-Elemente(FE)-Analysen. Dies führt nicht nur zu einem enormen Rechenaufwand, sondern ist auch anfällig für numerische Artefakte, einschließlich hochfrequenter Kontaktschwingungen und numerischer Dämpfung. Kürzlich wurde am Institut eine Simulationemethode entwickelt, die diese Beschränkungen überwindet und bereits in makroskopischen Prüfständen experimentell validiert wurde.

Um Mikrosensoren zu entwerfen, müssen die Stöße zwischen der Mikrostruktur und den Stoppern sowie die resultierenden Vibrationen simuliert werden. Der Stand der Technik ist die Durchführung detaillierter Finite-Elemente(FE)-Analysen. Dies führt nicht nur zu einem enormen Rechenaufwand, sondern ist auch anfällig für numerische Artefakte, einschließlich hochfrequenter Kontaktschwingungen und numerischer Dämpfung. Kürzlich wurde am Institut eine Simulationemethode entwickelt, die diese Beschränkungen überwindet und bereits in makroskopischen Prüfständen experimentell validiert wurde.

Ziel der Arbeit

Ziel der Arbeit ist es, die neu entwickelte Simulationemethode erstmals auf stoßartig belastete Mikrosensoren mit Stoppern anzuwenden und im Vergleich zum Stand der Technik zu bewerten.

Arbeitspakete

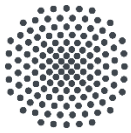
- Aufbau eines FE-Modells eines Mikrosensors mit Stoppern
- Anwendung der entwickelten Simulationemethode
- Numerische Validierung und Konvergenzanalyse
- Variation von Geometrie-, Kontakt- und Belastungseigenschaften
- Bewertung der Ergebnisse im Vergleich zur direkten FE-Simulation

Kompetenzentwicklung im Rahmen der Arbeit

- Methoden für die numerische Simulation von Vibrationsaufprallereignissen
- Modellierung und rechnerische Behandlung von Reibungskontakt

Mehr zu diesem Forschungsbereich finden Sie auf unserer Website unter <https://www.ila.uni-stuttgart.de/forschungStrukturmechanik>.





Numerical simulation of a microsensor exposed to shocks

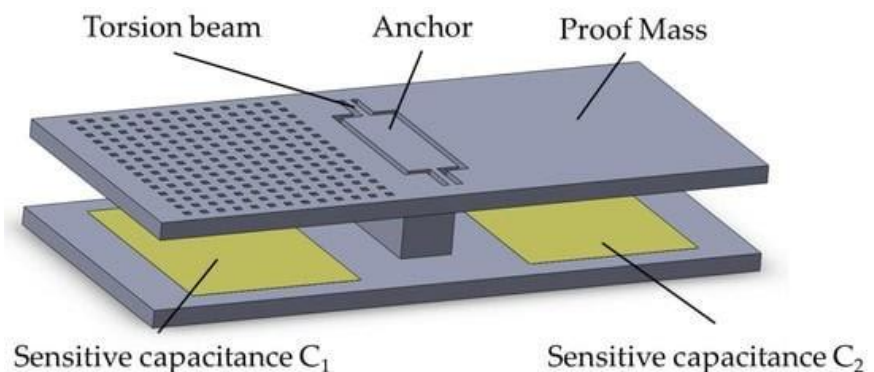
Contact

✉ johann.gross@ila.uni-stuttgart.de ☎ 0711 685 69396

Background

Microsensors have wide range of applications, and are embedded in every smart phone. Common types are inertial accelerometers of the teeter-totter type shown in the figure. Sensitivity and reliability belong to the most important technological objectives. For high sensitivity, sufficiently small gaps between moving and static electrodes are needed. This stands in conflict with reliability against excessive loads. The survival of accidental drops, during which accelerations in the order of magnitude of 10^4 - 10^7 times gravity or higher may occur, is one of the toughest demands. Contact between moving and static parts may lead to a number of failure modes, including fracture, and chipping of small fragments (which may block movement or cause short circuits). This is why stoppers (not shown in the figure) are an important part of the design concept.

To design microsensors, the impacts between the microstructure and the stoppers, and the subsequent vibrations must be simulated. The state-of-the art is to run detailed finite element (FE) analyses. Not only does this lead to a huge computational effort, it is also prone to numerical artifacts, including high-frequency contact oscillations, and numerical damping. Recently, a simulation method that overcomes these limitations has been developed at the institute and already validated in macroscopic test rigs.



Goal of the thesis

The goal of the thesis is to apply the recently developed simulation method, for the first time, to microsensors with stoppers exposed to shock-type loads, and to assess it against the state of the art.

Work packages

- Set up an FE model of a microsensor with stoppers
- Application of the recently developed simulation method, involving model order reduction and time step integration
- Numerical validation and convergence analysis
- Variation of geometrical, contact, and load properties
- Evaluation of the results in terms of accuracy and robustness compared to direct FE simulation

Skills acquired during the project

- Methods for numerical simulation of vibro-impact events
- Modeling and computational treatment of frictional contact

Find out more about this research area on our website

https://www.ila.uni-stuttgart.de/en/structural_mechanics/.

