

Motivation

ANSYS

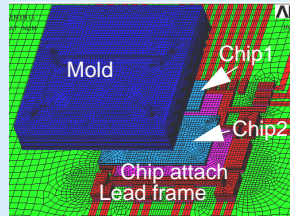
- Eines der am weitesten verbreiteten Finite Elemente Simulationsprogramme.
- Komfortable graphische Modellerstellung.
- Oft verwendet im Ingenieurwesen.
- Zeitbedarf zur Simulation komplexer Modelle außerhalb des akzeptablen Rahmens.

Modell-Ordnungs-Reduktion

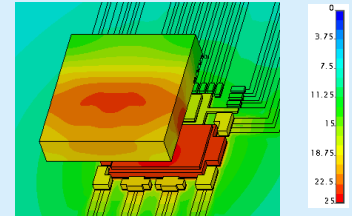
- Verringerung der Simulationszeit ist essentiell für Designoptimierung und Simulation auf Systemebene.
- Modelle geringer Dimension können in sehr kurzer Zeit berechnet werden.
- Momentenanpassung durch den Arnoldi Prozess ermöglicht es uns, die Dimension eines Systems um mehrere Größenordnungen zu reduzieren.
- Dieser Modellreduzierungsschritt basiert auf einer formalen Prozedur und kann somit automatisiert durchgeführt werden.

Elektro-thermisches Kompaktmodell eines Halbleiterbauelementes von Motorola mit mehreren Wärmequellen

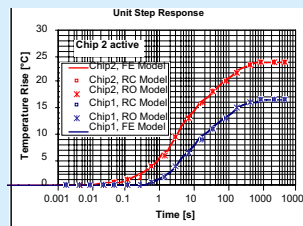
C. Bohm, T. Hauck, E. B. Rudnyi, J. G. Korvink. Submitted for publication in the Technical Proceedings of the EUROSIME2004 May 9-12, 2004, Leuven/Brussels, Belgium.



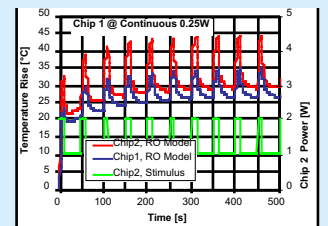
ANSYS-Modell des Chips mit dem PCB.



Lösung des Temperaturfeldes.



Vergleich der Sprungantwort.



Simulation auf Systemebene.

mor4ansys

Schritt 1: Auslesen der Systemmatrizen von ANSYS

- ODEs erster Ordnung $Cx(t) + Kx(t) = Bu(t)$
- ODEs zweiter Ordnung $Mx(t) + Cx(t) + Kx(t) = Bu(t)$
- ANSYS emat Dateien via ein Web-interface.

Schritt 2: Durchführung des Reduzierungsschrittes

- Koeffizientenanpassung der Taylor-Entwicklung der Übertragungsfunktion $H(s) = L^{-1}(s^2 M + sC + K)^{-1} B$.
- Der Arnoldi Prozess bestimmt eine Projektionsmatrix $x = Vz + \epsilon$.
- Durch Projektion wird das reduzierte Modell $V^T M V \ddot{z}(t) + V^T C V \dot{z}(t) + V^T K V z(t) = V^T B u(t)$
- Keine Steuerung durch den Benutzer ist nötig.
- Die Dimension des Originalmodells kann bis zu 500 000 betragen.
- In vielen Fällen reicht eine Dimension von 30 für das reduzierte Modell bereits aus.

Schritt 3: Herausschreiben des reduzierten Modells

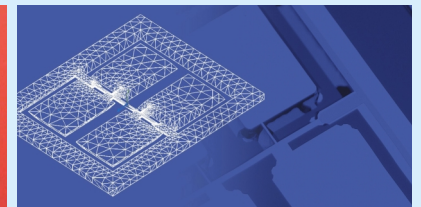
- Die direkte Generierung von Modellen in Hardware beschreibungs Sprachen (HDL) ist möglich.

Mechanisches Kompaktmodell eines Imego Butterfly Gyroskopes

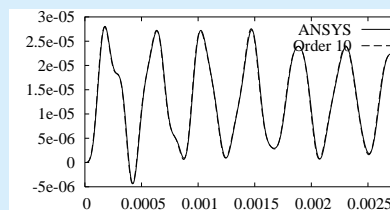
Jan Lienemann, Dag Billger, Evgenii B. Rudnyi, Andreas Greiner, and Jan G. Korvink, submitted for publication in the Technical Proceedings of the 2004 Nanotechnology Conference and Trade Show, Nanotech 2004, March 7-11, 2004, Boston, Massachusetts, USA.



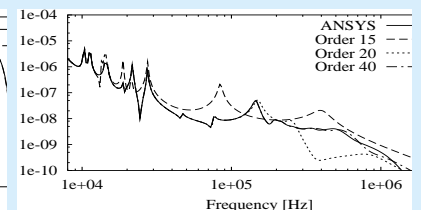
Das Butterfly Mikrogyroskop.



Finite-Elemente Gitter und Chip Bild.



Vergleich des transienten Verhaltens.



Vergleich der Übertragungsfunktionen.

Weiterführende Informationen:

- mor4ansys, sowie Publikationen und Vordrucke <http://www.imtek.uni-freiburg.de/simulation/mor4ansys/>
- Modellordnungsreduktion von Micropyros <http://www.imtek.uni-freiburg.de/simulation/pyros/>
- Benchmarks für die Modellordnungsreduktion <http://www.imtek.uni-freiburg.de/simulation/benchmark/>

Danksagungen: Wir bedanken uns für die Unterstützung durch das DFG-Projekt MST-Compact (KO-1883/6), durch das Deutsche Forschungsministerium BMBF und durch die Universität Freiburg.

Contact: Evgenii Rudnyi, IMTEK – Institute for Microsystem Technology
Georges-Köhler-Allee 103, D-79110 Freiburg, Germany
Tel: (+49 761) 203 7383
Fax: (+49 761) 203 7382
rudnyi@imtek.uni-freiburg.de



ALBERT-LUDWIGS-
UNIVERSITÄT FREIBURG