

Die Handschrift von ANSYS

Der Einsatz von Multi-Physik FEM-Programmen (z.B. ANSYS) ermöglicht heute die Analyse komplexer mikrotechnischer und feinmechanischer Systeme. Im Falle des hier vorgestellten elektronischen Füllers lieferte die Simulation des piezoelektrischen Antriebs, montiert in einer komplexen vorgespannten Gehäusesituation, mit Elastomer-Dichtungen mit deren spezifischen Materialeigenschaften, entscheidende

Aussagen zur Optimierung des Aufbaus und damit zur erstmaligen Realisierung eines derartigen Systems.

FEM bei der Entwicklung eines elektronischen Füllers



Die entwicklungsbegleitende FEM-Simulation ist für F&E-Dienstleister wie das HSG-IMIT mehr und mehr zu einem unverzichtbaren Werkzeug geworden. Sie dient nicht nur dazu, Bauteile abzusichern und zu optimieren, sondern die Einblicke, die sie in das physikalische Verhalten gewährt sind oft der Ausgangspunkt für neue Konzepte. Eine solche innovative Entwicklung ist der elektronische Füller.

Die Entwicklung von Schreibgeräten ging wohl anfänglich von steinzeitlichen Fingerritzungen (ca. 23.000 v. Chr.) aus und führte über ange-spitzte Holzstifte, und spitze Gänsefedern zum heutigen Füllfederhalter, der gegen Ende des 19. Jahrhunderts das lästige Eintauchen der Feder beendete. Die ältesten Füller wurden mit der Pipette gefüllt, ihnen folgten die Schlauchfüllung, die Füllung mit Kolben-pumpen und schließlich die Patronenfüllung, zunächst ohne, dann mit Konverter. Wie kein anderes Schreibgerät avancierte der Füller zum wertvollen Statussymbol, zum Sammler- und Schmuckstück.



Füllerträger,
Piezoaktor
und Ventil
vernetzt

Nun ist wieder eine neue Generation geboren: Der erste elektronische Füller!

Ein geschlossener Regelkreis aus Sensoren und Aktoren stellt sicher, dass der Füller weder nach längerer Lagerung austrocknet, noch bei Schütteln oder starken Druckunterschieden tropft. Dabei wird auch im Schreibbetrieb eine konstante Strichstärke garantiert [1].

Das System arbeitet sehr energiearm: zwei herkömmliche Knopfzellen erlauben zwei

Jahre Standardbetrieb. Dabei mussten sowohl

Elektronik als auch aktive Komponenten minimal im Volumen sein, um im Gehäuse Platz zu finden. In Größe und Form unterscheidet sich der Füller von konventionellen Schreibgeräten nicht. Durch den Einsatz mikromechanischer Komponenten und MID-Technologie wurde der sehr kleine Bauraum effizient ausgenutzt.

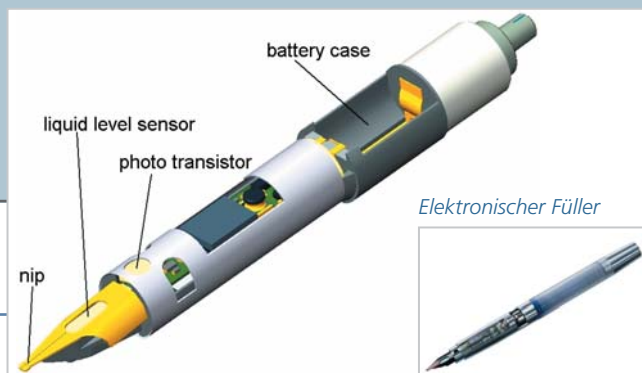
Das System besteht u.a. aus einem Phototransistor, einem Dünnschicht-Füllstandssensor, welcher ein sehr kleines Sekundärvolumen in Nähe der Feder überwacht, einem Ventil mit Piezo-Aktor und einem ASIC. Die Elektronik regelt die Abgabe einer sehr genau dosierten Tintenmenge (~µl) an das Sekundärvolumen. Das Hauptvolumen (~ml) befindet sich in separaten Patronen.

Die Entwicklung von der FEM-Seite aus begleitet führte zu echten „multi-physics“ Aufgaben, für deren Lösung ANSYS leistungsstarke Module zur Verfügung stellt: unter anderen gekoppelte strukturmechanische Berechnungen des Kunststoffgehäuses (piezoelektrischen Antrieb und Elastomerdichtungen) oder elektrostatische Berechnung des Füllstandssensors.

Die Funktion des Füllers muss in allen Betriebslagen erfüllt sein, somit auch bei Beaufschlagung von vielfältigen mechanischen Belastungen auf das Füllergehäuse. Unter anderen stellt sich die Frage: welches Design (Form und Material) muss der Füllerträger aufweisen, um einwirkende äußere Kräfte (z.B. Biegung, Stauchung, ...) so zu kompensieren, dass die Funktion des Piezoventils erfüllt ist, dennoch nur minimale Materialkosten entstehen und der vorgegebene Bauraum eingehalten wird?

Die FEM-Analyse dieser Fragestellung sah z.B. wie folgt aus:

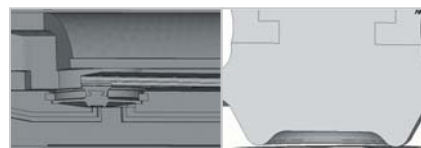
Die im 3D-CAD (IDEAS) konstruierte Ideal-



Elektronischer Füller

geometrie wurde als „IGES“-Datensatz ausgeleitet und nach einer Geometriereparatur (CADFIX) erfolgreich in ANSYS importiert.

Als erster Schritt musste in ANSYS die tatsächliche, vorgespannte verformte Geometrie erzeugt werden, da der Piezobiege-wandler mit Membran ein mechanisches „normally closed“ Ventil darstellt. Kontaktelemente an den Berührungsflächen erlauben dies sehr bequem und elegant, da sich die tatsächlichen Verhältnisse in einem ersten Simulationsschritt selbst suchend einstellen. Durch die Aufbringung der externen Lasten und anschließendes Auslenken des Piezobiege-wandlers durch eine elektrische Antriebs-spannung konnte festgestellt werden, dass die Geometrie des Kunststoffträgers nach einigen konstruktiven Änderungen die nötigen Eigenschaften zur Funktionsgewährleistung aufwies.

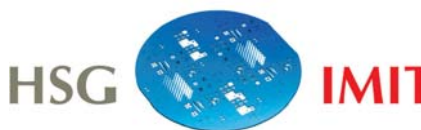


Füllerträger, Piezoaktor und Ventil:
Details in ANSYS

Simulation:
Dichtung im Betrieb
(Detail)

Wir bedanken uns bei Schmitt Feintechnik GmbH, C. Josef Lamy GmbH und BMBF (Förderprojekt 16SV736) für die Unterstützung.

Autoren: Bernd Folkmer, Martin Hirt, Herbert Ernst (alle HSG-IMIT)



www.HSG-IMIT.de