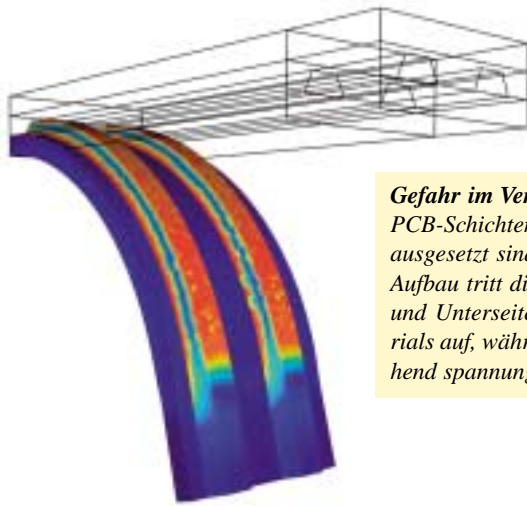


Auf Biegen ohne Brechen



Gefahr im Verzug. Diese Grafik zeigt an, wo PCB-Schichten gefährlich hohen Spannungen ausgesetzt sind (rot). Nur bei symmetrischem Aufbau tritt dies an der Oberseite (Dehnung) und Unterseite (Stauchung) des Kupfermaterials auf, während die Mitte des PCBs weitgehend spannungsfrei bleibt.

Flexible elektronische Leiterplatten in Druckern oder Festplatten müssen Millionen von Biegezyklen zuverlässig überstehen. Mit einem kundenspezifischen Simulationswerkzeug, das mit Comsol Multiphysics programmiert ist, lassen sich ohne Spezialkenntnisse die Biegespannungen berechnen und die Lebensdauer abschätzen.

Flexible elektronische Leiterplatten, kurz „Flex PCBs“ genannt, haben in den letzten Jahren überall dort ihre starren Vorläufer ersetzt, wo es darum geht, noch mehr Elektronik in kleinsten Formaten unterzubringen oder diese in Bewegung zu halten. Dynamisch beanspruchte Leiterbahnen sind heute aus dem Alltag nicht mehr wegzudenken und begegnen uns nicht nur in Mobiltelefonen, Laptops oder Computerfestplatten. Auch in Herzschrittmacher und Hörgeräte werden sie geradezu hineingefaltet, um höchste Miniaturisierungsgrade zu erreichen, während in Armen von Industrierobotern „Leiterplatten“ millionenfach auf- und wieder abgewickelt werden.

Die enormen mechanischen Belastungen von Flex PCBs stellen Entwickler immer wieder vor große Herausforderungen. Das Schweizer Unternehmen Richard Thermo Solutions hat deshalb eine kundenspezifische Design-Umgebung basierend auf der Simulationssoftware Comsol Multiphysics von Comsol AB mit Sitz Stockholm entwickelt.

Eine typische Aufgabenstellung ist hierbei die Bestimmung des minimalen statischen Biegeradius, bei dem sowohl Leiterbahn als auch Trägermaterial intakt



Christof Richard ist von Comsol Multiphysics überzeugt

bleiben. Eine andere Aufgabe sind halbdynamische oder dynamische Kriterien bei beweglichen Systemen. Um eine Vorhersage über den Lebenszyklus des Produkts zu treffen, interessiert die Hersteller die Frage, wie viele Faltungszyklen ein PCB übersteht. Das Klapphandy mag als augenscheinliches Paradebeispiel dienen, jedoch unterliegen die Leitungen zu Schlitten von Druckern und Scannern oder gar Leseköpfen von Festplatten noch einer weitaus höheren Dauerbelastung.

Im Kundenauftrag für die Firma Dyconex aus Bassersdorf, einem Hersteller von Flex PCBs, entwickelte die im Technopark Zürich ansässige Richard Thermo Solutions eine Fertiglösung zur Belastungsanalyse. Die Herausforderung bestand dabei einerseits in der präzisen Nachbildung des mechanischen Verhal-

tens und andererseits in einer Systemlösung mit hoher Alltagstauglichkeit, geeignet für die Bedienung durch Personal ohne Spezialkenntnisse in Mechaniksimulation. Christof Richard, Geschäftsführer¹ von Richard Thermo Solutions, erläutert: „Bei unserer Entwicklung setzten wir von Anfang an auf das Simulationspaket Comsol Multiphysics, denn es erfüllt zwei unserer Kernanforderungen: hohe Leistungsfähigkeit in der Mechaniksimulation und die Möglichkeit, die Simulation als Skript-Funktionen zu speichern und durch selbst definierte Benutzeroberflächen zu ergänzen.“ Der Nutzer müsse nicht mit den zugrunde liegenden physikalischen

¹ Kurz nach Drucklegung hat Christof Richard eine neue Position als Operativer Leiter der Neuronics AG in Zürich angetreten.



Perfekte Passform. Diese flexible Leiterplatte biegt und faltet sich ins Innere eines Hörgeräts

Bilder (2): Richard

und numerischen Feinheiten vertraut sein, sondern könne über einfache Masken mit einem leistungsfähigen Rechenprogramm kommunizieren.

Mechanik anspruchsvoller als Elektrik. Etwas vereinfacht gesagt besteht ein Flex PCB aus einer Reihe von Leiterbahnen aus hochreinem und daher sehr gut leitfähigem Kupfer, die durch eine dünne dielektrische Folie miteinander verbunden sind. Auf einer Grundschicht von Polyimid werden Leiterzüge mittels Photolithographie aufgebracht, zur Isolation und mechanischen Stabilität mit einer Kleberschicht überzogen und anschließend mit einer Deckschicht aus Polyimid versiegelt. Nicht selten liegen mehrere Schichtpakete übereinander. Entscheidend ist, dass die Steifigkeit des Kupfers etwa 100fach höher ist als die des umliegenden Klebers. Wenn ein Leiterzug bricht, wirkt die Spannung unmittelbar auf alle folgenden Schichten. Das mechanische Design ist daher weitaus anspruchsvoller als das elektrische. Optimierte der Elektroniker die Leiterbahnen nach rein elektrischen Gesichtspunkten, könnten leicht Designs entstehen, die zwar gut aussehen, sich aber in der Praxis nicht bewähren.

Mit Richards Software kann der Konstrukteur die Mechaniksimulation unmittelbar an das Leiterplattendesign angliedern. Die mit einem konventionellen ECAD-System gezeichneten Leiterbahnen und Trägermaterialien können über eine PDF-Datei eingelesen werden. Der Nutzer markiert danach den zu biegenden Bereich für die Analyse. In einer übersichtlichen Menüstruktur können anschließend wesentliche Parameter wie Krümmungsradius, Richtung, Lage der Achse und Anzahl der Biegezyklen angegeben werden. Im letzten Schritt lassen sich interaktiv die Polyimidschichten definieren und alle Materialgrößen aus einer Datenbank auswählen. Das Programm übergibt das so definierte System an das CAE-Programm, das alle Schritte der Vernetzung, Lösung der elastoplastischen Deformation mit starker Verformung und die Visualisierung übernimmt.

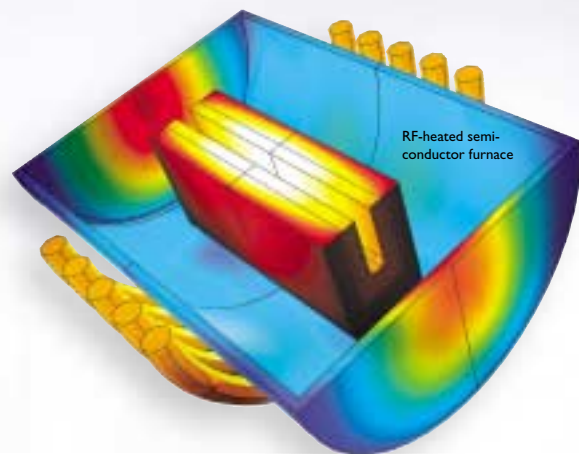
Eine Reihe von Auswertungsgrafiken weist den Anwender auf kritische Stellen hin und markiert Positionen, in denen das Flex PCB versagen könnte. Außerdem werden jene Bereiche markiert, in denen plastische Deformationen auftreten könnten, also das Material nach Beanspruchung nicht mehr in seine Ausgangslage zurückkehren würde. Auch zur Beantwortung der letzten und heikelsten Fragen – Wann bricht das PCB? Nach wie vielen Biegezyklen tritt die Materialermüdung ein? – hat Christof Richard ein Tool parat. Per Knopfdruck wird eine parametrische Analyse gestartet, die eine dynamische Belastung simuliert, die Leiterbahnen in einem definierten Winkelbereich vor- und zurück-biegt. Der Anwender kann eine beliebige Anzahl von Zyklen simulieren und erhält eine Aussage, ob Spannung und Schädigung linear oder nichtlinear ansteigen oder sich einer Asymptote nähern, die im Sicherheitsbereich liegt.

Fazit. Der Kundennutzen des Simulationswerkzeugs bei Dyconex ist vielfältig. „Die Konstrukteure bekamen ein Tool an die Hand, das ihnen erstmalig erlaubte, bereits vor der Fertigung den zu erwartenden Lebenszyklus von Flex PCB Designs zu bewerten“, meint Richard. Die Simulationen lassen sich in ein oder zwei Stunden von den eigenen Konstrukteuren ohne Spezialkenntnisse vornehmen. Nicht zu unterschätzen ist auch die Wirkung von Simulation als Mittel des Produktmarketings: Es unterstützt den Nachweis eines effizienten und verlässlichen Produktionsprozesses und baut beim Endkunden nachhaltiges Vertrauen auf.

COMSOL
MULTIPHYSICS



Hoch entwickelt, leicht zu bedienen.



Mit COMSOL Multiphysics® können Sie physikalische Eigenschaften beliebig koppeln: Analysieren Sie Strukturmechanik, Elektromagnetik und Wärmetransport in einem einzigen Simulationsmodell.



**Kostenfreie CD
mit Modell-
beispielen:**

www.comsol.de/intro

 COMSOL

COMSOL MULTIPHYSICS IS A REGISTERED TRADEMARK OF COMSOL AB.