

LABORTECHNIK

Heiz-Kühl-Elemente werden prozesssicher mit Mikro-Schraubern montiert

Bei der Montage thermisch hochbelasteter Thermal-Cycler-Baugruppen zum Selektieren, Ausschneiden und Vervielfältigen von DNS-Abschnitten kann mit einer Mikro-Spindel der Verschraubungsprozess besser kontrolliert und über die Dokumentation auch nachträglich noch analysiert werden. Zusätzlich lässt sich auf diese Weise die Montage beschleunigen und ergonomischer gestalten.



ROGER UNSENO

Wann immer die DNS, der Bauplan eines Lebewesens, eine Rolle spielt, stehen die Analytiker vor einem Problem. Sie besitzen oft nur Spuren des genetischen Materials, um etwa Virusinfektionen zu erkennen oder einen genetischen Fingerabdruck zu erstellen. Zum Einsatz kommt deshalb die Polymerase-Kettenreaktion (PCR), das momentan gängige Verfahren für Molekularbiologen zum Selektieren, Ausschneiden und Vervielfältigen von DNS-Abschnitten. In der Labortechnik werden dafür sogenannte Thermo-Cycler eingesetzt, die in 30 bis 40



Bild 1: Weil die Verschraubung direkt die Leistung und Lebensdauer der Thermal-Cycler-Baugruppe beeinflusst, ist sie qualitätskritisch. Über die Dokumentation lässt sie sich entsprechend analysieren und dann optimieren.

Zyklen das DNS-Material auf 95 °C erhitzen und anschließend zur Rekombination und Vervielfältigung wieder auf 45 bis 55 °C abkühlen. Eines der Kernelemente der Thermo-

Cycler ist deren Heiz-Kühl-Baugruppe, auch Thermal-Cycler-Baugruppe genannt, geliefert von der Inheco Industrial Heating & Cooling GmbH aus Martinsried bei München. Deren Kombination von Peltier- und Heatpipe-Technik – eine sogenannte Vapor Chamber dient als Heatpipe zwischen Peltier-Modulen und Kühlkörper – ermöglicht sehr schnelle Temperaturwechsel (Heizen mit 6 K/s, Kühlen mit 3 K/s) mit einer sehr homogenen Temperaturverteilung (siehe Kastentext).

Schnelle Temperaturwechsel führen zu Spannungen

Die Montage der Thermal-Cycler-Baugruppe ist dabei genauso komplex wie die PCR-Technik selbst.

Roger Unsenos ist Produktmanager Low Torque bei der Atlas Copco Tools Central Europe GmbH in 45141 Essen, Tel. (0201) 21 77-7 08, Fax (0201) 21 77-7 00, roger.unsenos@de.atlascopco.com



Bild 2: Um eine gleichmäßige Flächenpressung sicherzustellen, setzt Inheco zum Verschrauben der Thermal-Cycler-Baugruppen eine Mikro-Torque-Spindel ein.

Denn die sehr schnellen Temperaturwechsel führen zu thermo-mechanischen Spannungen, die einen großen Einfluss auf ihre Lebensdauer haben. Charakteristisch ist die hohe Wärmestromdichte. Mit bis zu 285 kW/m^2 liegt sie kurzfristig fast so hoch wie in Dampferzeugern in Kraftwerken. Eine gleichmäßige Flächenpressung bei sämtlichen thermischen Kontakten ist deswegen für einen optimalen Wärmetransport über die thermisch hochbelasteten Kontaktflächen auf beiden Seiten der Peltier-Module unabdingbar.

Die Verschraubung erfordert Fingerspitzengefühl

Um eine gleichmäßige Flächenpressung sicherzustellen, setzt Inheco zum Verschrauben der Thermal-Cycler-Baugruppen eine Mikro-Torque-Spindel von Atlas Copco Tools ein. Diese stammt aus einer Serie von Kleinschraubern für Drehmomente von 0,5 bis 800 Ncm und Schraubengrößen ab M0,6. Wer – wie die Martinsrieder Heiz- und Kühlspezialisten – kleine Schrauben montiert, findet damit ergonomische Werkzeuge mit langer Lebensdauer, mit denen sich auch hohe Stückzahlen im Idealfall ohne Nacharbeit und ohne Prozessprobleme fertigen lassen.

Gerade die Prozesssicherheit, also das reproduzierbare und dokumentierte Verschrauben, ist für Inheco sehr wichtig. Denn in der Thermal-Cycler-Baugruppe wird der Nickel-Teflon-beschichtete Probenträger aus einer Silberlegierung mit der Platine der Hochleistungs-Peltier-Module sowie der Vapor Chamber aus einer Spezial-Kupferlegierung und dem Aluminium-Extrusions-Kühlkörper verbunden.

Weil der Mikro-Torque-Schrauber des Typs ETF MT 50 das Drehmoment über einen integrierten Messwertempfänger direkt misst – bei Drehmomenten unter 50 Ncm eine Besonderheit der Atlas-Copco-Werkzeuge – und die Daten zusammen mit der Bauteilnummer gespeichert werden, können die Martinsrieder heute selbst bei Rückläufern genau nachvollziehen, mit welchen Werten die Montage erfolgte. Das

POLYMERASE-KETTENREAKTION (PCR)

Technische Umsetzung mit Thermo-Cyclern

Für die Polymerase-Kettenreaktion (PCR) erhielt der amerikanische Biochemiker Kary B. Mullis den Nobelpreis für Chemie. Wie bei der natürlichen Zellteilung wird vorhandenes genetisches Material zunächst geteilt und anschließend mit Hilfe der Polymerase ergänzt – sprich verdoppelt. Wiederholt man diesen Zyklus mehrere Male, lässt sich aus DNS-Spuren genügend Material für die Analyse gewinnen. Technisch wird dieser Vorgang mit Thermo-Cyclern im Labor automatisiert. 30 bis 40 Zyklen genügen, um die benötigte Menge an DNS zu gewinnen. Zur DNS-Teilung muss das Material auf 95 °C erhitzt, anschließend zur Rekombination und Vervielfältigung aber wieder auf $45 \text{ bis } 55 \text{ °C}$ abgekühlt werden – durchschnittlich jeweils einmal pro Minute. Dieses schnelle Heizen und vor allem Kühlen fordert die Ingenieure heraus. Die Wärmestromdichten sind beachtlich: Kurzfristig können bis zu 285 kW/m^2 anfallen, was fast der Belastung in einem Dampferzeuger bei der Stromerzeugung entspricht.

Um mit 6 K/s heizen und mit bis zu 3 K/s kühlen zu können, verwendet die Martinsrieder

Inheco Industrial Heating & Cooling GmbH bei ihrem Heiz-Kühl-Modul, das in Thermo-Cyclern eingesetzt wird, die Kombination aus Peltier-Elementen und Heatpipe-Technik. Dabei muss darauf geachtet werden, beim Kühl- und Lauf die Wärmeenergie möglichst gleichmäßig in den Aluminium-Kühlkörper abzuleiten. Dies ist äußerst komplex, aber durch den Einsatz der sogenannten Vapor Chamber (VC) zwischen der Platine mit den Peltier-Elementen und dem Kühlkörper möglich. Denn in der Heatpipe (Wärmerohr) verdampft Wasser, wodurch der Wärmetransport schneller stattfindet und die Temperaturverteilung homogener ist. Selbst während des schnellen Abkühlvorgangs liegen die Temperaturunterschiede im Probenträger nur zwischen 1 und 3 K. Bei anderen Geräten sind dies bei vergleichbaren Kühlgeschwindigkeiten eher 10 bis 15 K, was zu qualitativ schlechteren Ergebnissen führt. Außerdem beeinflusst die gleichmäßigere Temperaturverteilung die Lebensdauer der Heiz-Kühl-Elemente, die auf diese Weise um ein Mehrfaches höher liegt als bei entsprechenden Wettbewerbsprodukten.

erleichtert einerseits die Fehlersuche und ermöglicht andererseits, die gewählte Schraubstrategie zu optimieren.

Weicher Schraubfall verlangt Programmierkunst

Da es sich um einen besonders weichen und anspruchsvollen Schraubfall handelt – rechnerisch bislang kaum zu bewältigen –, war einige Programmierkunst nötig, um die Verschraubungsstrategie zu optimieren. Gelungen ist dies durch die Analyse der gespeicherten Schraubdaten, aus denen sich die erforderlichen Drehmomentwerte ableiten ließen. Ein Beispiel zur Illustration der Problematik: Die Peltier-Module enthalten Bismut-Tellurid. Das lässt sich ohne Probleme mit dem Finger ritzen, folglich könnte man das Modul durch ein zu kräftiges Anziehen sogar zerstören. Kritischer sind jedoch Mikrorisse. Denn die gesamte Bau-

gruppe muss den thermischen Stress ertragen, also das ständige Erhitzen und Wiederabkühlen. Die Verschrau-

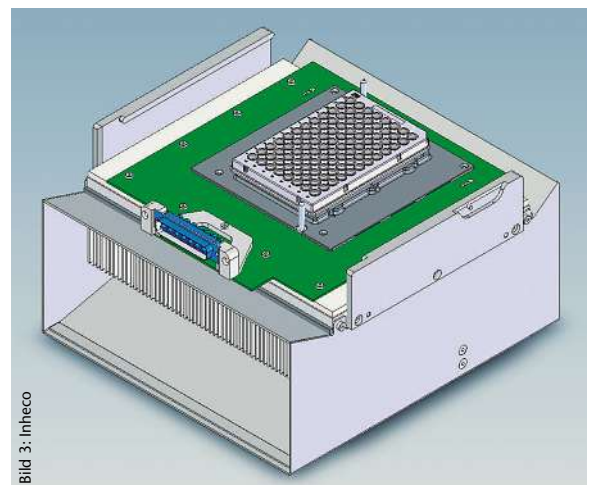


Bild 3: Inheco

Bild 3: Bei den thermo-mechanisch hochbelasteten Thermal-Cycler-Elementen müssen die Drehmomentwerte genau eingehalten werden, um einerseits eine ausreichende Klemmkraft zu erhalten, andererseits die empfindlichen Peltier-Module nicht zu beschädigen.



Bilder 1,2 und 4: Atlas Copco Tools

Bild 4: Eine in die Schraubstation integrierte Laser-Positionskontrolle gibt den Schrauber nur frei, wenn er an der richtigen Stelle angesetzt wird.

bung ist insbesondere aufgrund der Vielfalt der eingesetzten Materialien keine leichte Aufgabe. Diese wird noch erschwert durch die sich addierenden Toleranzen des komplexen Verschraubungssystems, das aus Gewindestangen, Muttern, Scheiben und Tellerfedern besteht.

Bei der Wahl des Schraubwerkzeuges spielte für Inheco auch die Ergonomie eine wichtige Rolle. Die Verschraubung der Thermal-Cycler-Baugruppe per Hand war sehr aufwändig und geschah unter hohem Zeitdruck. Auch heute ist sie einer der längsten und anstrengendsten Arbeitsschritte in der Montage, so dass jede Entlastung und Unterstützung der Mitarbeiter die Qualität des Arbeitsplatzes wesentlich verbessert. Nach dem Auftragen der Schraubensicherung bleiben dem Werker beispielsweise nur zwei Minuten, die Arbeit zu erledigen – dann ist der Lack hart.

Anziehen der Muttern in festgelegter Reihenfolge

Pro Bauteil sind mehrere Muttern anzuziehen, zum Teil mehrmals, um ein Verkanten auszuschließen. In einer genau festgelegten Reihenfolge wird so bis zum maximalen Drehmoment angezogen. Von dem neuen Schraubsystem versprach man sich

deswegen einen großen Sprung nach vorne. Nicht zu Unrecht, denn Atlas Copco bietet neben der 1180 g schweren Standardausführung des Schraubers auch eine Leichtbauversion an, den ETF MT 50F Alu. Sein Plus: Mit 650 g wiegt er nur etwas mehr als die Hälfte. Denn beim Bewegen des Schraubers zählt jedes Gramm, selbst wenn dessen Gewicht durch einen Tragarm gehalten wird.

Laser-Positionskontrolle gibt den Schrauber frei

Atlas Copco lieferte zudem eine Laser-Positionskontrolle, um sicherzustellen, dass die Schrauben stets in der richtigen Reihenfolge angezogen werden. Der Trick dabei: Nur wenn sich das Werkzeug an der richtigen Position befindet, gibt die Kontrolle den Schrauber frei. Andernfalls sperrt sie ihn und weist den Werker so auf den Fehler hin. Nach dem Aufbau des Schraubsystems kann Inheco nun nach und nach den Montageprozess optimieren. Bei Bedarf stehen dafür die Schraubspezialisten von Atlas Copco zur Verfügung. So ist es denkbar, dass die Montagetechnik auch bei weiteren Baugruppen zum Einsatz kommt, bei denen man ebenfalls die Vorteile hinsichtlich Rückverfolgbarkeit und Lebensdauer nutzen könnte.

