

Hochentwickelte Peltier-Kühlung für Optoelektronik

Laird Thermal Systems Applikationshinweis

Einleitung

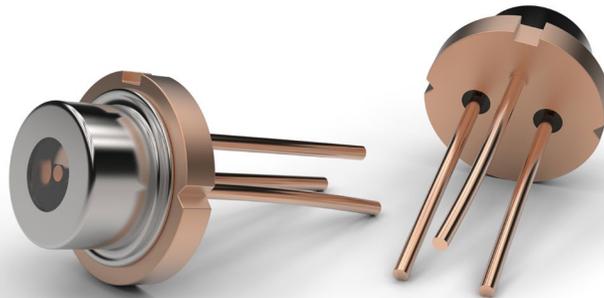
Einführung	3
Hintergrund	3
Herausforderung für die Anwendung.....	3
Laserdioden und optische Transceiver.....	4
IR Sensoren.....	4
LiDAR/autonome Systeme.....	5
Aspekte beim Entwurf.....	5
Aktive thermoelektrische Kühlung.....	6
Baureihe OptoTEC™ OTX/HTX von Laird Thermal Systems.....	7
Fazit.....	7
About Laird Thermal Systems	8
Contact Laird Thermal Systems	8

Einführung

Die Optoelektronik wird zur Erzeugung, Detektion und Lenkung von Licht eingesetzt und gewinnt in einem breiten Spektrum von Anwendungen in den Bereichen Automobil, Telekommunikation und Industrie zunehmend an Bedeutung. Mit hoher Strahlqualität und niedrigem Energieverbrauch bietet die Optoelektronik hervorragende Leistung zu einem günstigen Preis. Da diese optoelektronischen Komponenten in sehr heißen Umgebungen eingesetzt werden können, werden Peltier-Module zur Stabilisierung der Temperatur verwendet, um höchste Leistung und lange Lebensdauer zu gewährleisten.

Hintergrund

Die Optoelektronik umfasst eine Vielzahl von Anwendungen in den unterschiedlichsten Branchen. Laserdioden und optische Transceiver gehören zu den bekanntesten Technologien: Laserdioden werden in der Glasfaserübertragung, in Strichcodelesern, beim Lesen und Beschreiben von CD/DVD/Blu-Ray-Discs, beim Laserscannen und bei der Lichtstrahlbeleuchtung eingesetzt, während optische Transceiver Schlüsselkomponenten in Kommunikationsnetzen sind. Sensoren im Infrarotbereich (IR) findet man in Anwendungen wie Temperaturmessung, Videoüberwachung und Bewegungserkennung. Sie werden auch eingesetzt, um Schweißverbindungen in der Produktion zu prüfen oder um im Winter die gleichmäßige Verteilung von Enteisungsmitteln auf Flugzeugtragflächen sicherzustellen. Seit kurzem werden IR-Sensoren auch zur Messung der Körpertemperatur von Menschen eingesetzt, als Schutz- und Sicherheitsmaßnahme im Kampf gegen die Pandemie COVID-19. Und schließlich LiDAR (Light Detection and Ranging), eine Technologie zur Abbildung der Umwelt, die Lichtwellen nutzt, um Objekte in 3D zu erfassen, indem die Laufzeit der ausgesendeten Lichtimpulse gemessen wird. LiDAR wird in der Landvermessung und -planung eingesetzt, wozu neben der Gefahrenabschätzung (Steinschlag/Erdrutsch), der forst- und landwirtschaftlichen Kartierung und der topologischen Kartierung auch autonome Fahrzeugsysteme gehören.



Laserdioden ermöglichen in modernen Telekommunikationssystemen die schnelle Datenübertragung über sehr große Entfernungen.

Trotz der Vielfalt der Anwendungen gilt ein Aspekt für alle: Die Temperaturstabilisierung der Optik und der zugehörigen Elektronik ist entscheidend für die einwandfreie Funktion und höchste Leistungsfähigkeit.

Herausforderung für die Anwendung

Optoelektronische Anwendungen haben eine Reihe thermischer Anforderungen und Herausforderungen, die beim Entwurf durch den Designingenieur berücksichtigt werden müssen.

Laserdioden und optische Sender-Empfänger

Durch die Umwandlung von Strom in hochintensives Licht ermöglichen Laserdioden die Datenübertragung über große Entfernungen in modernen LWL-Kommunikationsanlagen. Laserdioden werden auch in der industriellen Fertigung zu leistungsstarken Lasern gebündelt, die Materialien schneiden können, und in der LiDAR-Technologie zur Abbildung der Umgebung autonomer Fahrzeuge eingesetzt.

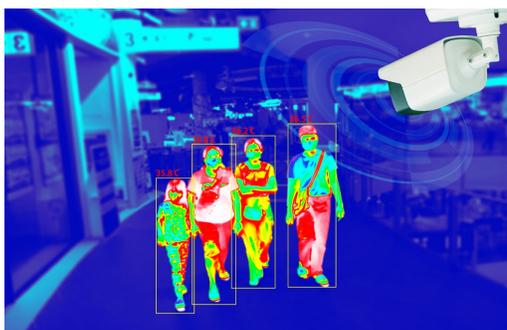
Laserdioden wandeln Strom in hochintensives Licht um und ermöglichen so die Datenübertragung über große Entfernungen in modernen Glasfaserkommunikationssystemen. Sie werden aber auch in der industriellen Fertigung zu leistungsstarken Lasern gebündelt, die Materialien schneiden können, oder in der LiDAR-Technologie eingesetzt, um die Umgebung eines autonomen Fahrzeugs abzubilden. Ob für LWL in der Telekommunikation, industriellen Verarbeitung oder bei autonomen Systemen, die Stabilisierung der Temperatur ist entscheidend für den Erhalt der bestmöglichen Diodenleistung und die Gewährleistung einer langen Lebensdauer. Da die Temperaturen von Laserdiodengehäusen in Außenanwendungen bis zu 85 °C erreichen können, muss die Verlustwärme abgeführt werden, damit die maximale Betriebstemperatur des Lasers nicht überschritten wird. Temperaturschwankungen wirken sich auf die Wellenlänge des Lasers aus. Bei jeweils drei Grad Temperaturänderung kann sich die Wellenlänge um bis zu einem Nanometer verändern. In der Telekommunikation kann z. B. durch den Betrieb mit kürzeren blauen und UV-Wellenlängen mehr Information in höherer Dichte auf einer optischen Disk gespeichert werden. Die Temperatur muss stabil gehalten werden, um Datenverluste und Übertragungsstörungen zu vermeiden.

Optische Transceiver, die auch zum Empfangen und Senden von Daten verwendet werden, sind Schlüsselkomponenten in Telekommunikationsnetzen. Durch die Umwandlung von elektrischen Signalen in Lichtsignale ermöglichen optische Transceiver die Übertragung großer Datenmengen über sehr lange Strecken.

Die mit dem neuen Telekommunikationsstandard 5G gestiegenen Datenübertragungsgeschwindigkeiten stellen optische Transceiver vor große thermische Herausforderungen. Um die leistungsfähige Datenübertragung bei minimalem Informationsverlust gewährleisten zu können, muss die Temperatur der Laserdiode im Transceiver unter +70 °C gehalten werden. Aufgrund des kleinen Formfaktors und der stark behinderten Luftströmung erfordern Transceiver eine aktive Kühlungslösung, um ein Überschreiten der oberen Betriebstemperaturgrenze zu verhindern.

IR-Sensoren

Ein IR-Sensor sendet zum Beispiel in einer Überwachungskamera infrarotes Licht aus, um die Abstrahlung (Wärme) im Zielobjekt zu messen und in sichtbares Bild umzuwandeln. Für höchste Bildqualität müssen IR-Sensoren gekühlt werden, um das thermische Rauschen auf ein Minimum zu reduzieren, welches die Differenz zwischen Zielobjekt und seiner Umgebung ist.



Für höchste Bildqualität erfordern IR-Sensoren eine aktive Kühlung zur Minimierung des thermischen Rauschens.

Der Sensor muss bei Betriebstemperatur gehalten werden, die normalerweise weit unterhalb des Gefrierpunkts liegt, sodass die Kamera ein größeres Lichtspektrum erfassen und daraus ein qualitativ besseres Bild erzeugen kann. Thermischen Rauschen aufgrund von instabiler Temperatur stört und beeinträchtigt die Bildqualität.

IR-Sensor Flughafen

LiDAR erfasst Objekte in 3D, indem es die Laufzeit von ausgesendeten Lichtimpulsen misst. LiDAR arbeitet mit Lichtwellen, ähnlich wie Radar mit Radiowellen oder Sonar mit Schallwellen. Die LiDAR-Sensoren können eine Million Datenpunkte pro Sekunde ‚lesen‘ und daraus hochwertige 3D-Bilder der abgetasteten Objekte oder Landschaften erzeugen.

Die Laser in LiDAR-Systemen, insbesondere solche in autonomen Anwendungen im Außenbereich, erfordern eine aktive Kühlung, um die maximale Auflösung auch in Hochtemperatur-Umgebungen zu erreichen. Mit zunehmender Temperatur verändert sich die Wellenlänge, was zu größeren Entfernungsfehlern führt. Die Stabilisierung der Betriebstemperaturen innerhalb der Temperaturgrenzen des LiDAR-Systems gewährleistet höchste Leistungsfähigkeit.



Laser in LiDAR-Systemen erfordern eine aktive Kühlung, um höchste Leistungsfähigkeit und Bildqualität sicherzustellen.

Aspekte bei der Planung

Trotz dieser Unterschiede in der Anwendung gibt es einige gemeinsame Herausforderungen bei der Planung.

Die Bauelemente und Funktionselemente in diesen Anwendungen werden in immer kleinere Gehäuse gezwängt. Die Kühlungslösungen für Laserdioden, IR-Sensoren und optische Transceiver in optoelektronischen Bauteilen müssen daher ebenfalls soweit schrumpfen, um auf eine Grundfläche von 6 x 8 mm oder ähnlich zu passen. Diese kleinen Komponenten müssen bei Materialvorbereitung, Bestückung und Lötstellenprüfung präzise gehandhabt werden.

Während bei Bauteilen in Standardgröße Wärmeleitpaste auf der Unterseite verwendet werden kann, müssen die kleineren Bauelemente in diesen Anwendungen darüber hinaus noch vor dem Einsetzen in das optoelektronische Package an das Gehäuse gelötet werden. Wärmeleitpaste kann zum Ausgasen in der Vakuumdichtung einer Laserdiode führen und sich auf die optischen Komponenten niederschlagen. Aus eben diesem Grund sind die Anschlussdrähte der Bauelemente oft blank ausgeführt. Die Bauelemente und Komponenten müssen relativ sauber sein, um sicherzustellen, dass Bildgebungssensoren, Laserdioden oder optische Transceiver nicht verunreinigt werden.

In diesen Anwendungen sind stabile Temperaturen von größter Bedeutung. Wenn zum Beispiel ein optischer Transceiver für gewerbliche Zwecke mit einem typischen

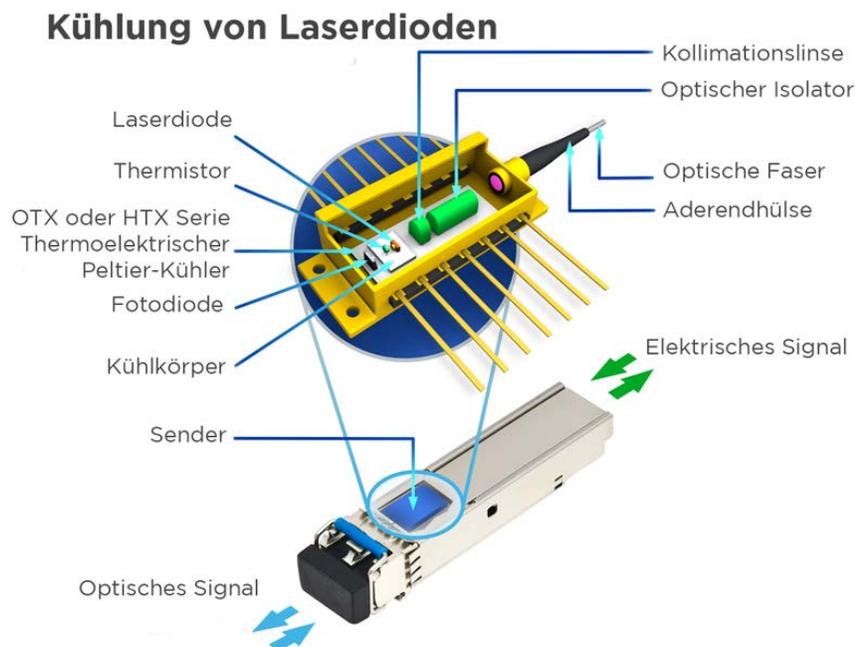
Betriebstemperaturbereich: von 0 °C bis 70 °C, bei High-End-Transceivern bis 85 °C, in einer 85-°C-Umgebung betrieben und auf 25 °C heruntergekühlt wird, erreicht das Bauteil fast maximale Leistungsfähigkeit bei einem 60-K-Temperaturunterschied und minimaler Wärmepumpfähigkeit. Die für die Kühlung dieser Anwendungen erforderliche Wärmeableitung muss effektiv über Wärmeleitpfade mit geringem Wärmeleitwiderstand erfolgen.

Letztendlich ist die erforderliche Kühllösung für eine Gruppe spezialisierter Nischenanwendungen konzipiert und sollte speziell auf diese Umgebungen abgestimmt sein, und zwar von einem Hersteller, der ein Experte auf dem Markt ist.

Aktive thermoelektrische Kühlung

Aktive thermoelektrische Bauteile wie Peltier-Module werden im Verbund mit passiven Wärmesenken bzw. Kühlkörpern eingesetzt, um eine Punktkühlung zu ermöglichen und die Wärme schnell von der empfindlichen Optoelektronik wegzuführen. Peltier-Module können Temperaturdifferenzen von Heiß- zu Kaltseite des Moduls erzeugen, was die Temperaturdifferenz des kritischen Bauteils um maximal ca. 60 K von der Heißseite verringert. Die Wärme muss dann über einen Wärmeabgabemechanismus wie ein thermisch leitendes optoelektronisches Gehäuse geführt werden, um die Wärme an die Luft oder an einen anderen Wärmeleitpfad übertragen zu können.

Weil herkömmliche Peltier-Module unter extremen Umgebungstemperaturen nicht effizient betrieben werden können, ist die punktuelle Kühlung von Bildgebungssensoren in optoelektronischen Anwendungen keine einfache Aufgabe. Bei hohen Temperaturen breiten sich die bei der Montage des thermoelektrischen Bauteils verwendeten Materialien, wie z. B. Lot- und Kupferstangen, in das thermoelektrische Bauteil aus. Dann kommt es zum thermischen Kurzschluss und das thermoelektrische Standardbauteil versagt letztendlich.



Die Peltier-Module aus der Baureihe OptoTEC™ OTX/HTX von Laird Thermal Systems werden für die Temperaturstabilisierung bei Anwendungen in sehr warmen Umgebungen mit wenig Einbauraum eingesetzt, wie z. B. bei Laserdioden.

Baureihe OptoTEC™ OTX/HTX von Laird Thermal Systems

Um die Erfordernisse höherer Betriebstemperaturen zu erfüllen, hat Laird Thermal Systems die Baureihe OptoTEC™ OTX/HTX entwickelt. Die Baureihe OptoTEC besteht aus leistungsfähigen Peltier-Miniaturmodulen, die mithilfe thermoelektrischer Werkstoffe die Kühlleistung von Standardprodukten weit übersteigt. Prozesssteuerungsmaßnahmen wurden verbessert, um Wiederholbarkeit und lange Betriebsdauer bei temperaturstabilisierenden Anwendungen für die in den Märkten Telekom und Industrielaser verwendete Optoelektronik zu gewährleisten. Diese Produktlinie hat die Qualifizierung nach Telcordia GR-468 CORE erhalten, bei der es um die Beständigkeit gegen raue mechanische und umwelttechnische Beanspruchungen geht. Kundenspezifische Konfigurationen sind möglich im Hinblick auf Metallisierung, Vorverzinnen, keramische Strukturen und Lötstifte.

Die Baureihe OptoTEC ist in den beiden Modellen OTX und HTX erhältlich. Das Peltier-Modul OptoTEC OTX weist eine Betriebstemperaturobergrenze von 120 °C auf und das für den Betrieb im extremen Temperaturbereich konzipierte Peltier-Modul OptoTEC HTX ein Maximum von 150 °C.

Mit einem hohem Leistungsbeiwert (CoP) zwecks Energieverbrauchssenkung bietet das Peltier-Kompaktmodul einen zuverlässigen Festkörperbetrieb ohne Geräusche oder Schwingungen und gewährleistet so Langlebigkeit bei geringen Anforderungen an die Instandhaltung – was wiederum die Anschaffungs- und Betriebskosten (TCO) optoelektronischer Anwendungen senkt.

Die Baureihe OptoTEC OTX/HTX ist in verschiedenen Konfigurationen und Oberflächen erhältlich. Sie vereint ein zuverlässiges und effizientes Wärmepumpvermögen mit einer Fläche kleiner als 4 x 5 mm. Die mit dem Halbleiterwerkstoff Wolframtellurid und wärmeleitendem Aluminiumoxidkeramik gefertigte Baureihe OptoTEC ist mit 57 mm langen blanken Anschlussdrähten versehen und für Anwendungen mit niedrigerem Strom und geringerer Wärmepumpleistung konzipiert.



Die Baureihe OptoTEC™ OTX/HTX im Miniaturformat mit bis zu 10 Watt Kühlleistung ist in vielen Konfigurationen und Oberflächen erhältlich.

Fazit

Die Anforderungen optoelektronischer Anwendungen an die Temperaturstabilisierung erfordern kleinformatige und effiziente Kühllösungen mit niedrigem Energieverbrauch, die die Leistung maximieren und Langlebigkeit gewährleisten. Laird Thermal Systems erfüllt diese Anforderungen mit den leistungsstarken Peltier-Miniaturmodulen aus der erweiterten Baureihe OptoTEC OTX/HTX, die mithilfe neuester thermoelektrischer Materialien die Kühlleistung von Standardprodukten weit übersteigt.

[Baureihe OptoTEC™ OTX/HTX aufrufen](#)

Über Laird Thermal Systems

Laird Thermal Systems entwickelt Wärmemanagementlösungen für anspruchsvolle Anwendungen in den Bereichen Medizin, Industrie, Transport und Telekommunikation. Wir stellen eines der vielfältigsten Produktportfolios der Branche her, das von aktiven thermoelektrischen Kühlern und Baugruppen bis hin zu Temperaturreglern und Flüssigkeitskühlssystemen reicht. Unsere Ingenieure nutzen fortschrittliche thermische Modellierungs- und Managementtechniken, um komplexe Wärme- und Temperatursteuerungsprobleme zu lösen. Wir bieten ein breites Spektrum an Design-, Prototyping- und internen Testmöglichkeiten und arbeiten während des gesamten Produktentwicklungszyklus eng mit unseren Kunden zusammen, um Risiken zu reduzieren und die Markteinführung zu beschleunigen. Unsere weltweiten Fertigungs- und Supportressourcen helfen unseren Kunden, Produktivität, Betriebszeit, Leistung und Produktqualität zu maximieren. Laird Thermal Systems ist die optimale Wahl für standardmäßige oder kundenspezifische thermische Lösungen. Weitere Informationen finden Sie unter www.lairdthermal.com.

Kontakt zu Laird Thermal Systems

Haben Sie eine Frage oder benötigen Sie weitere Informationen über Laird Thermal Systems? Bitte kontaktieren Sie uns über die Website www.lairdthermal.com.

Hochentwickelte Peltier-Kühlung für Optoelektronik-Applikationshinweis

Trademarks

© Copyright 2021 Laird Thermal Systems, Inc. All rights reserved. Laird™, the Laird Ring Logo, and Laird Thermal Systems™ are trademarks or registered trademarks of Laird Limited or its subsidiaries.

OptoTEC™ is a trademark of Laird Thermal Systems, Inc. All other marks are owned by their respective owners.