

Schnelle Ansprechzeit der Stromversorgungen auf Transienten erforderlich

Test von Laserdioden unter typischen Fehlerbedingungen

Halbleiter-Laserdioden werden oft unter Stressbedingungen getestet, um den Alterungsprozess und die Fehleranfälligkeit zu evaluieren. Für eine statistisch signifikante Maßzahl für die Ausfallrate benötigt dieser Testbetrieb eine ausreichend große Anzahl von Bauelementen. Oft werden mehrere Laser über eine gemeinsame Stromversorgung betrieben. Das erfordert eine n-fache Auslegung des Nennstroms bzw. der Nennspannung der Stromversorgung, wenn n die Anzahl der gemeinsam versorgten Laser ist.

Tritt bei einem Laser ein Fehler auf, dann kommt es zu einer unnormalen Last an der Stromversorgung. Das kann zu Spannungen oder Strömen führen, die deutlich über dem normalen Betrieb eines einzelnen Lasers liegen. Ist das der Fall, dann kann der entsprechende Laser zerstört werden und andere Laser in der Schaltung können höherem Stress ausgesetzt sein und eventuell auch beschädigt werden. Um die Bauelemente im Fehlerfall zu schützen und die Einflüsse auf andere Bauelemente gering zu halten, ist eine gut geregelte und geschützte Stromversorgung, die diese Effekte minimiert, essentiell. Im Folgenden werden drei Typen von Stromversorgungen dahingehend untersucht, wie sie auf ein typisches Fehler-szenario in einer Schaltung mit sechs Lasern reagieren.

Serienschaltung mit Konstantstromsteuerung

Für den Burn-in- oder Lebensdauer-Test werden mehrere Laserdioden in Serie oder parallel geschaltet. Die serielle Topologie mit einer Konstantstromquelle bei der es

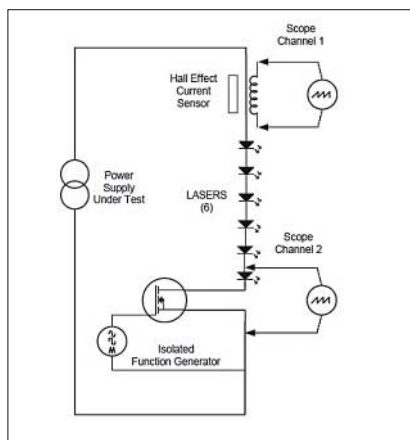


Bild 1: Testschaltung mit 6 Laserdioden

keine Abzweigungen gibt und durch alle Bauelemente derselbe Strom fließt bevorzugt. Ein Nachteil dieser Konfiguration besteht im Fehlerfall eines Bausteins, denn dann ist auch der Test für die anderen in Serie geschalteten Bauelemente unterbrochen. Der Nutzen der seriellen Topologie hängt von der Fähigkeit der Stromversorgung ab, den Strom durch die Bauelemente konstant zu halten, unabhängig von der Spannung an den DUTs.

Laserfehler: Einfluss auf den Abfall der Vorwärtsspannung

Es gibt eine Reihe von Laserdioden-Defekten sowohl im Hinblick auf den Chip als auch das Gehäuse, die eventuell zu einer thermischen Drift oder Abweichung führen können, die dann in einer offenen Schaltung oder in einem Kurzschluss enden können.

Die thermische Drift wird zuerst zu einem geringeren Spannungsabfall am Bauelement führen. Wenn der Fehler aber anhält wird die Spannung bedingt durch den höheren Kontaktwiderstand steigen. Da der Kontaktwiderstand zunimmt wird die Temperatur steigen, was zur Elektromigration des Lots zwischen dem Laser-Barren und dem „Submount“ führt. Diese Migration führt zu größeren Lot-Fehlstellen zwischen dem Laser-Barren und dem Submount, was den Kontaktwiderstand weiter erhöht. Setzt sich dieser Zyklus fort, dann wird ein Punkt erreicht, an dem sich das Lot verflüssigt und es zum Totalausfall kommt.

Plötzliche Spannungsänderungen

Wenn bei einer Konstantstromquelle die Spannung ansteigt, dann wird die Stromversorgung ihr Spannungspotenzial erhöhen, um den eingestellten Stromwert beibehalten zu können. An einem Punkt wird der Laser-Barren – wie beschrieben – zusammenbrechen, was dann zu einer offenen oder Kurzschluss-schaltung führt. Ein Kurzschluss wird zu einer plötzlichen Veränderung der Vorwärtsspannung führen, womit die Stromversorgung schnell mit einem anderen Betriebspunkt arbeiten muss. Für diesen Übergang muss die Stromversorgung die in ihren Ausgangskondensatoren gespeicherte Energie abführen und den Regelkreis ändern. Während dieses Übergangs wird Überschussenergie an die Last geliefert – in Form einer Stromspitze an allen Bauele-

AUTOREN

Jeff Hulett ist im Engineering der Firma Vektrex beschäftigt und

Werner Bach ist Marketingleiter der Compu Mess Elektronik GmbH.

menten der Serienschaltung. Wenn die Stromversorgung den Abgleich und die Kompensation in nur wenigen Millisekunden durchführen kann, dann werden die nicht fehlerhaften Laser kaum oder gar nicht beschädigt. Wenn jedoch die Antwortzeit zu lange dauert bzw. die entsprechende Schaltung in der Stromversorgung zu langsam ist, dann besteht die Gefahr, dass alle Laserdioden in der Testschaltung zerstört werden.

Im Testaufbau wird eine Testschaltung mit sechs Lasern und einem MOSFET genutzt, um die Auswirkungen auf die drei Laserstromversorgungen zu testen (**Bild 1**).

Die getesteten Stromversorgungen

In dem Experiment wurden drei Typen von Stromversorgungen getestet (**Tabelle 1**). Die erste (60-100) ist eine einfache Laborstromversorgung, die im Konstantstrom-Mode betrieben wurde. Beim zweiten Typ handelte es sich um eine speziell für den Stromausgang ausgelegte Stromquelle mit einer sehr geringen Ausgangskapazität und einem schnellen Regelkreis mit einer Ansprechzeit im Bereich von 10 bis zu einigen 100 μs . Das dritte Gerät war eine Vektrex SpikeSafe 200 Stromquelle. Diese nutzt ein zweistufiges Regelschema mit einer Ansprechzeit im

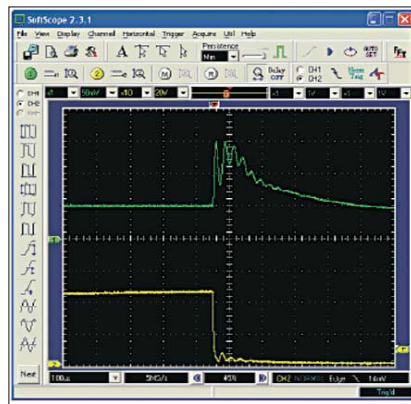


Bild 2: Stromversorgung 2 High/Low 10 A

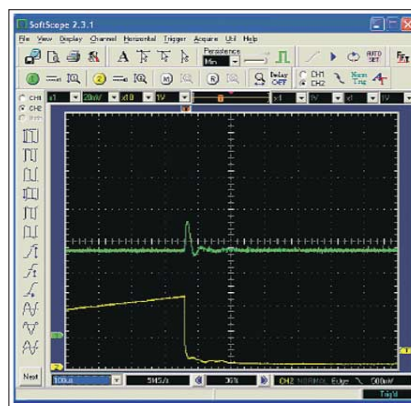


Bild 3: Vertex SpikeSafe High/Low 10 A

Bereich von nur 2 ... 5 μs . Die SpikeSafe 200 Stromquelle verfügt auch über verschiedene Schutzfunktionen für eine Treiber-

Abschaltung im Fehlerfall. Eine dieser Funktionen ist der dV/dt -Schutz. Diese Funktion führt zur Abschaltung, wenn ein unnormaler Anstieg oder Abfall der Vorwärtsspannung erfasst wird. Für dieses Experiment wurde diese Funktion jedoch deaktiviert.

Die erste Stromversorgung wurde bei 10 und 20 A getestet. Die Versorgungsspannung wurde auf einige Volt über der Nennspannung eingestellt, um den Anstieg der Maximalspannung zu begrenzen. In zwei der Tests wurde der Überspannungsschutz aktiviert. Bis zum plötzlichen Impedanzabfall ist die Vorwärtsspannung an dem MOSFET/Laser-Paar auf etwa 4,5 V angestiegen. Das war hoch genug, um die Stromversorgung im Konstantspannungs-Mode zu betreiben, wobei sich der gelieferte Strom auf etwa 4 A reduzierte. Beim dem Übergang auf die geringe Impedanz stieg der Strom auf 52 A und fiel dann innerhalb von 3 ms wieder auf die 10-A-Einstellung zurück. Die Ergebnisse für 20 A entsprechen weitgehend denen des 10-A-Tests bei einer Stromspitze von 56 A.

Die Stromversorgung 2 verfügt über keinen Konstantspannungsbetrieb oder einen Überspannungsschutz. Ohne diese entsprechenden Spannungsbegrenzun-

gen steigt die Spannung auf den Maximalwert, während der Phase hoher Impedanz. Anders als der Anstieg auf nur 4,5 V mit Stromversorgung 1, sind es jetzt 45 bis 60 V Spannung über das MOSFET/Laser-Paar. Wenn dann der Abfall auf die geringe Impedanz erfolgt, dann erreicht der Strom Spitzenwerte von 20 bis 30 A, bevor er in 300 bis 400 μ s wieder auf den Einstellpunkt zurückfällt. Die relative Amplitude dieser Spitze war im schlechtesten Fall 5 A und ziemlich konstant bei 24 A über den Strom-Einstellwerten im Bereich von 10 bis 40 A (**Bild 2**).

Das SpikeSafe200 wurde bei 10 und 20 A getestet. Für den Test wurde die dV/dt-Erfassung deaktiviert, da sie die Ausgabe noch vor der Phase mit dem Impedanzabfall ausgeschaltet hätte. Am Anfang wurden dieselben MOSFET-Treiberbedingungen wie für die Stromversorgung 2 gewählt. Allerdings schaltete das SpikeSafe auch ohne dV/dt-Erfassung ab, wenn unter diesen Bedingungen eine fehlerhafte Überspannung auftrat. Daher wurde die MOSFET-Treiberwellenform so abgeglichen, dass der Anstieg der Vorwärtsspannung auf nur 3 V über der Nennspannung reduziert wurde. Unter diesen Bedingungen blieb die Stromquelle aktiv auch während des Impedanz-Abfalls. Bei diesen neuen Einstellungen erzeugte das

Manufacturer	Model, Description
Supply 1	General purpose lab supply 60 V, 100 A
Supply 2	60 V, 167 A, High slew rate, low capacitance supply
Vektrex	SpikeSafe 200 100 V, 120 A Spike protected supply

Tabelle 1: Getestete Stromversorgungen

SpikeSafe eine Stromspitze von 4 ... 8 A über dem Einstellpunkt, mit einer Dauer von nur etwa 20 μ s (**Bild 3**). Nach den Tests mit 10 und 20 A wurde das SpikeSafe auf die höchste Überstrom-Empfindlichkeit eingestellt und der 20-A-Test wiederholt. Bei diesem geringeren Grenzwert wurde die Stromversorgung abgeschaltet bevor der Impedanzabfall erfolgte.

Analyse

Bei dieser Art von Laser-Defekten, die durch eine ansteigende Vorwärtsspannung mit anschließender Stromspitze gekennzeichnet sind, ist der fehlerhafte Laser dem Stress durch die höhere Vorwärtsspannung ausgesetzt, während er und die anderen, in Laser der Serienschaltung auch einen Stress durch Überstrom erfahren.

Fazit

Wenn Laser für Burn-in- oder Lebensdauer-Tests in Serienschaltungen geprüft

werden, dann kann die verwendete Stromversorgung das Risiko von Beschädigungen durch abnormalen Spannungs- oder Stromstress beeinflussen. Die Experimente haben gezeigt, dass mit dem Einsatz einer SS200-Stromversorgung bei Testschaltungen mit in Serie geschalteten Laserdioden, das Risiko der Beschädigung der Bauelemente im Vergleich zu anderen Stromversorgungen deutlich reduziert werden kann. Das heißt nicht, dass die anderen Stromversorgungen nicht qualitativ gut sind. Dennoch weisen sie gewisse Einschränkungen beim Treiben von Laserdioden in Burn-in- oder Lebensdauer-Tests auf. Die Stromversorgungen der Firma Vektrex werden in Deutschland durch die CompuMess vertrieben.

Den ausführlichen Bericht mit den entsprechenden Spannungs- und Stromspitzen an den Stromversorgungen sowie eine Berechnung der Überschussleistung und der an die Laser gelieferten Überschussenergie können dem White Paper im Internet entnommen werden. (jj)

	infoDIRECT	555LED0308
www.elektronik-industrie.de		
▶ Link zu Compu Mess Elektronik		