

PbSe-Infrarotdetektoren

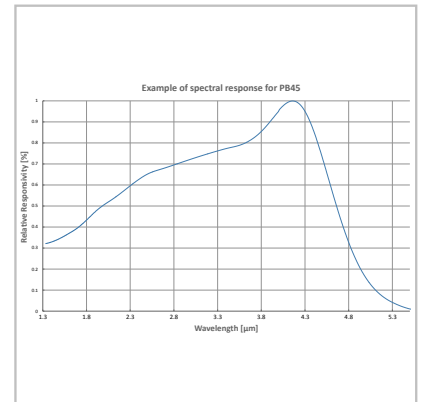
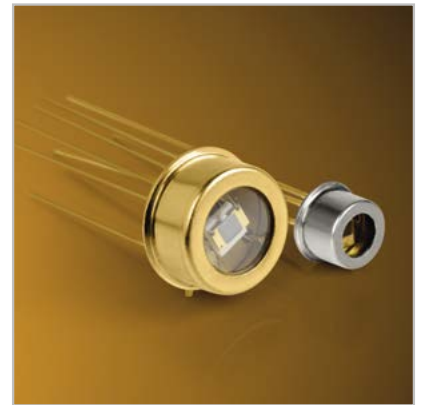
Es ist einfacher, ein System mit detektorbegrenztem Rauschen zu entwickeln, als man vielleicht denkt

Von Larry Johnson und Susan Wells, Laser Components

Geräteentwickler können einen optimalen Betrieb von PbSe-IR-Detektoren erreichen, indem sie die ideale Vorspannung oder Modulationsfrequenz bzw. eine Kombination aus beidem wählen. Um zu erklären, wie dies möglich ist, ist es zunächst wichtig, die grundlegenden Betriebskonzepte von Bleiselenid-Detektoren zu verstehen.

Photoleitende PbSe-Detektoren haben eine spektrale Empfindlichkeit von 1–5,2 μm und sind aufgrund ihrer hohen Empfindlichkeit und relativ geringen Kosten die erste Wahl. Diese Detektoren funktionieren nach dem Prinzip, dass die Leitfähigkeit des Materials zunimmt, wenn Photonen, die auf den polykristallinen Dünnsfilm treffen, durch Bildung von Elektron-Loch-Paaren Elektronen über die Bandlücke befördern. Daher ändert sich der Widerstand des Detektors in Abhängigkeit von unterschiedlichen Mengen einfallender Photonen. Wenn der Detektor mit einem Lastwiderstand in Reihe geschaltet ist und eine Vorspannung angelegt wird, ändert die Reaktion des Detektors den Strom in der Schaltung. Der Spannungsabfall über dem Lastwiderstand wird zur Messung der Stromänderung verwendet.

Da sich der Widerstand des PbSe-Detektors in Abhängigkeit der einfallenden Photonen ändert und die daraus resultierende Änderung des Stromes im Schaltkreis die Messung der einfallenden Energie darstellt, muss das IR-Licht mit einer Frequenz f getaktet werden. Es gibt eine mathematische Beziehung, mit der die Empfindlichkeit des Detektors (Signal) bestimmt werden kann, wenn die Modulationsfrequenz, die Zeitkonstante des Detektors bei einer bestimmten Betriebstemperatur und die Dunkelempfindlichkeit des Detektors bekannt sind. Da PbSe-Detektoren ein $1/f$ -Rauschen aufweisen, kann außerdem das normalisierte Signal-Rausch-Verhältnis oder D^* (Detektivität) bestimmt werden.



Spektrale Empfindlichkeit für PbSe-Detektoren bei Raumtemperatur

Wie kann man also Vorspannung und Modulationsfrequenz so einstellen, dass man einen optimalen Detektorbetrieb erreicht? Die spezifischen Werte hängen vom Gerät bzw. der Anwendung ab. Viele OEM-Entwickler von Gasanalysegeräten, Spektrometern, Flammendetektoren und berührungslosen Temperaturmessgeräten haben Erfolg, wenn sie ihre Geräte mit detektorbegrenztem Rauschen statt mit schaltungsbegrenztem Rauschen entwerfen. Erst dann ist ein echter Signal-Rausch-Abstand (S/N) möglich. Es ist wichtig zu verstehen, dass eine Erhöhung der Vorspannung das Signal in direktem Verhältnis erhöht und dass eine Verringerung der Modulationsfrequenz den Rauschpegel des Detektors erhöht.

Es ist auch wichtig zu wissen, dass man eine ausreichende Vorspannung anlegen muss, um den Rauschpegel über das Johnson-Rauschen der Schaltung zu heben. Jedoch sind hohe Vorspannungen bei den meisten Geräten weder praktisch noch sicher. Gleiches gilt für den Betrieb mit hohen Modulationsfrequenzen. Wenn ein Entwickler die Modulationsfrequenz senkt, kann er oft auch die Vorspannung senken, wobei die $1/f$ -Rauschkomponente noch immer dominiert. Daher ist die Anpassung der Vorspannung oder die Senkung der Modulationsfrequenz bzw. eine Kombination aus beidem der ideale Punkt für den Betrieb eines Systems mit detektorbegrenztem Rauschen.

Laser Components verfügt über ein Team von PbSe-Detektorexperten, welche zusammen mit Geräteentwicklern individuelle Spezifikationen erarbeiten, welche die ideale Modulationsfrequenz, Vorspannung und andere potenziell kritische Systemparameter umfassen. Die genaue Beachtung dieser Details führt zu leistungsstarken Instrumenten.