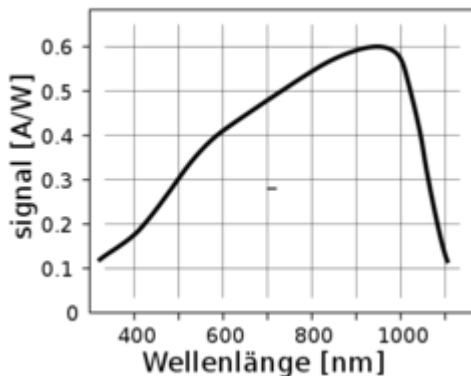


Photodioden

Photodioden sind Stromquellen, bei denen die Stromstärke vom einfallenden Licht abhängt. Dabei fließt dieser *Photostrom* immer von der Kathode zur Anode. Er fließt damit entgegen der Richtung in der die Photodiode schon ohne Licht für elektrischen Strom leitend ist.

Silizium-Photodioden



Empfindlichkeit von Silizium-Photodioden

Die mit großem Abstand meisten Photodioden sind auf der Basis von Silizium hergestellt. Dadurch ergibt sich eine charakteristische Empfindlichkeitskurve mit einem Maximum bei etwa 850 nm. Bei dieser Wellenlänge wird eine Quanteneffizienz oberhalb von 0.8 erreicht. Manche Photodioden sind mit einem Filter ausgestattet, der das sichtbare Licht stark abschwächt. Zum UV hin ist die Empfindlichkeit deutlich geringer. Bei 300 nm ist sie für den PN-Übergang auf etwa 1/8 des Maximalwerts abgesunken. Dazu kommen eventuell weitere Verluste durch eine Vergussmasse, oder ein Fenster.

Zu längeren Wellenlängen hin fällt die Empfindlichkeit von Siliziumphotodioden sehr schnell ab. Für Wellenlängen jenseits von 1 µm sind dann Photodioden auf der Basis von Indium-Gallium-Arsenid (InGaAs) besser geeignet.

BPW34

BPW34 ist eine Familie von Photodioden mit vergleichsweise großer empfindlicher Fläche (2.5×2.5mm).

- Bauform: Eingegossen wie eine LED mit 5 mm Durchmesser.
- Photoempfindlichen Fläche: 2.5mm x 2.5mm = 6.25 mm²
- Anstiegszeit: 100 ns
- Kapazität: 72 pF, ohne Vorspannung
- Beschaffung: 0.55 € bei Reichelt

Vorteil:

- große empfindliche Fläche
- kleine Bauhöhe

Nachteil:

- nicht besonders schnell

Bauformen

- BPW34 – Standardbauform, bedrahtet
- BPW34S – SMD-Bauform
- BPW34B – Mit im Blauen besonders transparentem Kunststoff. (30% statt 10% bei 400 nm)
- BPW34F – Mit Tageslichtfilter. (<0.1% bei 750 nm)
- BPW34FAS – Mit Tageslichtfilter, SMD-Bauform

Beide Bauformen kann man auch mit umgebogenen Kontakten “kopfüber” einlöten, um sie durch ein Loch in der Platine zu beleuchten.



Auf einer Seite der Siliziumfläche kann man meist einen Draht erkennen, der wie ein silberner Strich aussieht. Das ist jedoch keine Dioden-Markierung, sondern die Anschlussfläche für den Bond-Draht. Die offizielle Markierung der Kathode besteht in einem kleinen Gnubbel an einem der beiden Anschlussdrähte.

S5972

Die [S5972](#) von Hamamatsu ist eine schnelle Silizium-Photodiode geeignet für bis zu 500 MHz.

- Bauform: TO18
- Die Beinchen sind auf einem Kreis mit 2.54 mm Durchmesser angeordnet. Der
- Durchmesser der Metalldose ist 5.4 mm.
- Der Durchmesser der photoempfindlichen Fläche ist 0.5 mm.
- Anstiegszeit: 2 ns
- Kapazität: 7 pF, ohne Vorspannung
- Dunkelstrom: 0.01 nA bei 10 V Vorspannung
- Empfindlichkeit: 0.57 A/W @ 800 nm

Nachteil:

- Der Preis. Beschaffung bei Farnell (149 5573, 9.46 € + MwSt)

Anschlussschema:

3= anode (3) -- |>| -- (1)
2=case

1=cathode

(2)

S5971

Die [S5971](#) ist eine Variante der schnellen Hamamatsu-Detektoren, die an der infraroten Seite des Spektrums besonders empfindlich ist. Bei 950 nm macht das etwa den Faktor 2 aus. Für Wellenlängen, kürzer als etwa 750 nm unterscheidet sich die Empfindlichkeit nicht von der S5972.

- Bauform: TO18
- Die Beinchen sind auf einem Kreis mit 2.54 mm Durchmesser angeordnet. Der
- Durchmesser der Metalldose ist 5.4 mm.
- Der Durchmesser der photoempfindlichen Fläche ist 1.1 mm.
- Anstiegszeit: 10 ns
- Kapazität: 11 pF, ohne Vorspannung
- Dunkelstrom: 0.07 nA bei 10 V Vorspannung
- Empfindlichkeit: 0.63 A/W @ 900 nm

Nachteil:

- Der Preis. Beschaffung bei Farnell (1495572 6.64 €)
- Mehr Dunkelstrom als S5972 (0.07 nA statt 0.01 nA) und entsprechend mehr Rauschen.
- Ein Stück langsamer als S5972 (100 MHz Cut Off Frequency statt 500 MHz)

S5973-01

Die empfindliche Fläche des Modells S5973 ist noch ein gutes Stück kleiner als bei der S5972. Das hat Vorteile und Nachteile.

- kleinerer Durchmesser der empfindlichen Fläche – 0.12 mm
- schneller – 1 GHz Cut Off Frequency
- weniger Dunkelstrom – 1 pA
- weniger Rauschen – noise equivalent power 1.5×10^{-15} W/√Hz
- teuer – 20 €

Außerdem kennt das Datenblatt von Hamamatsu noch die Variante S5973-2, bei der die Empfindlichkeit für blaues Licht erhöht ist. Dieses Modell ist allerdings bei den üblichen verdächtigen Elektronik-Versender nicht zu bekommen.

BPV10

Die [BPV10](#) ist eine preiswerte, schnelle Photodiode, deren Begrenzung erst bei 250 MHz einsetzt.

- Bauform: Eingegossen wie eine LED mit 5 mm Durchmesser.
- Photoempfindlichen Fläche: 0.78 mm²

- Anstiegszeit: 2.5 ns
- Kapazität: 11 pF, ohne Vorspannung

Vorteil:

- Der Preis: etwa 1.00 € bei Farnell, Bestnr. 146 9357, oder Digikey Bestnr. 751-1001-ND, oder Mouser Bestnr. 782-BPV10

Nachteil:

- Durch die vergossene Bauform kann man nicht zur Kontrolle direkt auf den Chip sehen.

SFH213

Die [SFH213](#) ist eine Alternative zur BPV10, die etwas mehr Fläche hat und im Gegenzug langsamer ist.

- Bauform: Eingegossen wie eine LED mit 5 mm Durchmesser.
- Photoempfindlichen Fläche: 1 mm²
- Anstiegszeit: 5 ns
- Kapazität: 11 pF, ohne Vorspannung

Vorteil:

- Der Preis: 0.75 € bei Bürklin

Nachteil:

- Durch die vergossene Bauform kann man nicht zur Kontrolle direkt auf den Chip sehen.

SFH203P

Die [SFH203P](#) ist sehr ähnlich zur SFH203. Nur ist die Form des Plastik-Form vorne flach statt abgerundet. Dadurch entfällt die Linsenwirkung und man kann direkt auf den Chip sehen.

- Bauform: Eingegossen in einen durchsichtigen Zylinder mit 5 mm Durchmesser.
- Photoempfindliche Fläche: 1 mm²
- Anstiegszeit: 5 ns
- Kapazität: 11 pF, ohne Vorspannung

Vorteil:

- Der Preis: 0.72 € bei Bürklin

Mit Verstärkung

Der Strom und die Spannung, den eine Photodiode aus dem Photoeffekt erzeugt, ist eher klein. Deswegen ist es üblich, das Signal elektronisch zu verstärken. Dabei ist es vorteilhaft, wenn der Verstärker nahe an der Photodiode zu platzieren. Manche Photodioden kommen daher mit einem in das Gehäuse integrierten Verstärker.

Die Auswahl an Photodioden mit integriertem Verstärker ist allerdings recht übersichtlich. Wie bei anderen integrierten Komponenten auch, wird ihre Beschaffbarkeit und ihr Preis wesentlich durch die Größe des jeweiligen Markts bestimmt. Physikalische Experimente mit dem Wunsch nach einer Kombination aus hoher Bandbreite und Rauscharmut sind leider kein wirklich großer Markt. Das sind eher Kassen-Scanner, oder am Umgebungslicht orientierte Haus-Automatik. Aber manchmal reicht ja auch eine vergleichsweise langsame Reaktion. Dann kann ein mit der Photodiode integrierter Vorverstärker Arbeit sparen.

OPT101P

Die OPT101P sieht aus wie ein Operationsverstärker mit einem durchsichtigen Gehäuse. Die empfindliche Fläche sitzt im "Rücken" des Käfers und "schaut" nach oben. Es enthält zusätzlich zur Photodiode einen Operationsverstärker, der als [Strom-Spannungs-Wandler](#) beschaltet ist. Die OPT101P ist für hohe Verstärkung bei eher niedriger Bandbreite ausgelegt.

- Bauform: DIP8, oder SO8 mit transparentem Plastik
- Photoempfindliche Fläche: $2.3 \text{ mm} \times 2.3 \text{ mm} = 5.3 \text{ mm}^2$
- Bandbreite: 14 kHz mit eingebautem Rückkoppel-Widerstand. Mit externem Widerstand maximal 50 kHz.
- Versorgung: Eine einzelne Spannung, die bis zu 36 V betragen darf.
- Beschaffung: 6 EUR bis 8 EUR bei TME, RS, Farnell, Mouser,...

Vorteil:

- mit wenig Aufwand zum verstärkten Photodiodensignal
- nimmt wenig Platz ein

Nachteil:

- langsam

[Das Datenblatt der OPT101P](#) ist sehr ausführlich. Beispiel-Anwendungen kommen mit Bauteilwerten und konkreten Empfehlungen bis hin zum Layout.

Mehrteiler

Wenn es auf die Position ankommt, ist es häufig sinnvoll, mehrere Photodioden so eng wie möglich nebeneinander anzuordnen. Für diesen Zweck gibt es Photodioden, die in Segmente unterteilt sind, die einzeln ausgelesen werden können. Mit dem kreuzweise in vier Viertel geteilten Kreis einer

Quadrantenphotodiode lässt sich beispielsweise die Strahllage in zwei Dimensionen detektieren.

BPX48

Eine Photodiode mit zwei benachbarten Feldern. Sozusagen eine halbe Quadrantenphotodiode

- Bauform: TO18
- Empfindliche Felder: jeweils 2.0mm x 0.67mm
- Beschaffung bei Bürklin (65 S 2700, 6.20 €)

Inga's Photodioden

Im nicht mehr ganz so nahen Infrarot, wo Siliziumdioden wegen zu langer Wellenlänge nicht mehr viel sehen, sind InGaAs Photodioden das Mittel der Wahl. Der sinnvoll nutzbare Bereich dieser Dioden beginnt etwa bei 1.0 μm und reicht meist bis 1.7 μm . Es gibt aber auch Spezialdioden, die zwischen 2.9 μm und 3.4 μm Signal erzeugen.

InGaAs sind deutlich teurer als Silizium-Photodioden. Wobei es Dioden mit sehr kleiner, empfindlicher Fläche (0.3 mm Durchmesser) noch zu Preisen zwischen 10 und 20 EUR gibt. Der Hintergrund ist, dass diese Dioden bei der Faserkommunikation eingesetzt werden. Eine InGaAs-Diode mit 2 mm Durchmesser der aktiven Fläche kostet 400 EUR und für ein zweidimensionales Array mit 320x2456 Pixeln, sollte man 10 bis 20 kEUR im Budget einplanen. .

PT511

[PT511](#) ist eine der Dioden für de Faserkommunikation.

- Empfindliche Fläche: D 0.3 mm
- Wellenlängenbereich: 900-1700 nm,
- Empfindlichkeit: 900-1700 nm,
- Bauform: TO46
- Beschaffung: 15 EUR bei Roithner

LAPD-1

[LAPD-1](#) ist bei 1 mm Durchmesser noch halbwegs bezahlbar.

- Empfindliche Fläche: D 1.0 mm
- Wellenlängenbereich: 900-1700 nm,
- Bauform: TO46
- Beschaffung: 46 EUR bei Roithner

Jenseits von blau und UV

Seit relativ kurzer Zeit sind Photodioden auf Basis von  **Siliziumkarbid** für UV-Licht im Handel erhältlich. Bei ihnen liegt das Maximum der Empfindlichkeit bei etwa 300nm statt bei etwa 950 nm wie die Silizium-Photodioden. Für sichtbares Licht sind sie so gut wie blind.

Hersteller: [SGLUX](#)

Beschaffung: RS, Farnell, je nach Fläche zwischen 30 € und 150 €

From:

<https://elektroniq.iqo.uni-hannover.de/> - **ElektronIQ**

Permanent link:

<https://elektroniq.iqo.uni-hannover.de/doku.php?id=bauteil:photodioden&rev=1535007156>

Last update: **2018/08/23 06:52**

