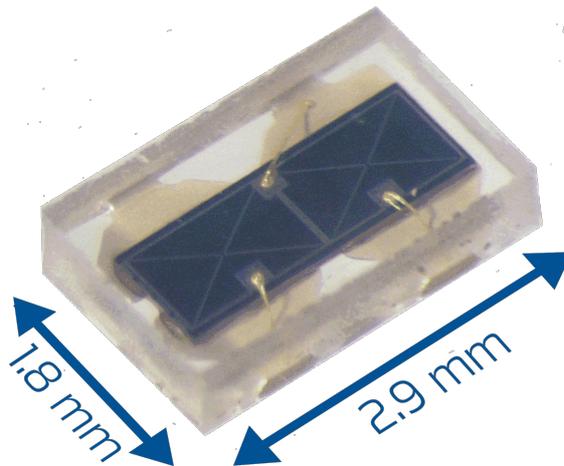


PREMA Photodioden

PHOTODIODEN von PREMA

Der Aufbau bestimmt die spektrale Empfindlichkeit



Beispiel: Dual-Photodiode PR5001

Inhalt

Automatisierung im Alltag steigert den Bedarf an Photodioden.....	2
Absorptionsmaterial – Die Eindringtiefe der Photonen beeinflusst die spektrale Empfindlichkeit.....	2
Struktur der PREMA Photodioden.....	3
Spektrale Empfindlichkeit der PREMA Photodioden.....	5
Der Einfluss von Isolations- und Antireflexschicht.....	7
Verbessertes Verhalten durch transparente Verpackung.....	9
Beispielanwendungen für Photodioden.....	9
Die Kapazität einer Photodiode bestimmt deren Reaktionszeit.....	11
IR-Empfänger für Fernbedienungen.....	13
Die Anwendung von Photodioden in optischen Encodern.....	14
Erhöhte Empfindlichkeit durch PREMA Phototransistoren.....	15
Zusammenfassung.....	16

PREMA Photodioden

Automatisierung im Alltag steigert den Bedarf an Photodioden

Neben bekannten Anwendungen wie:

Bewegungssensoren

(optische Inkrementalgeber),

Helligkeitssensoren

(Barcodescanner) oder die

Aufnahme von Röntgenbildern,

(in Krankenhäusern oder an Flughäfen)

die meist Anwendung in der Industrie finden, steigt der Bedarf an Photodioden für den verbesserten Komfort im alltäglichen Leben. Zu diesem Zweck sammeln Sensoren Informationen wie beispielsweise die Helligkeit der unmittelbaren Umgebung. Ein Smartphone kann die Helligkeit des Bildschirms nur dann automatisch nachregeln, wenn es die Lichteinstrahlung erkennt. Dieses Beispiel beschreibt den Trend recht gut, wonach die Nachfrage an leistungsstarken, effizienten und kleinen Photodioden weiter steigen wird. Ähnliche Einsatzgebiete ergeben sich für TV-Geräte oder Rückspiegel mit automatischer Abblendfunktion, die in Fahrzeugen Anwendung finden. Um die Sicherheit weiter zu erhöhen, entsteht eine Vielzahl innovativer Erfindungen im Bereich der Automobilindustrie. Unter anderem können folgende Instrumente

mit Hilfe von Photodioden gesteuert werden:

Frontscheinwerfer

Rücklicht

Armaturenbeleuchtung

Rückspiegel mit Abblendfunktion

Scheibenwischer

Diese Funktionen werden derzeit in Überwiegender Zahl mit automatischer Steuerung verbaut.

Innovative Produkte haben Ihren Ursprung selbstverständlich nicht ausschließlich in der Automobilindustrie. Es gibt eine Vielzahl weiterer Produkte die mit Hilfe von Photodioden funktionieren:

optische Datenübertragung

Analyse von Luftverschmutzung

Messung des Blutdrucks

wassersparende Handwaschbecken

automatische Toilettenspülung

...

Photodioden in Verbindung mit so genannten 'Wearables' könnten dabei eine besonders wichtige Rolle für künftige Anwendungen spielen. Hierbei sind kompakte Bauform und niedriger Stromverbrauch der Schlüssel für eine mögliche Integration.

Absorptionsmaterial – Die Eindringtiefe der Photonen beeinflusst die spektrale Empfindlichkeit

Bei den Photodioden von PREMA findet die Lichtabsorption hauptsächlich in schwach dotiertem Silizium statt. Durch die indirekte Bandlücke von

Silizium ist Licht mit Wellenlängen kürzer als ~ 1135 nm in der Lage Elektronen-Loch-Paare zu erzeugen. Auf Grund ihrer hohen Mobilität können

PREMA Photodioden

Elektronen anschließend in einen n-dotierten Bereich driften und/oder diffundieren. Das interne Feld am pn-Übergang macht diesen Vorgang unumkehrbar und die erzeugten Elektronen tragen zu einem Photostrom bei.

Auf Grund der Zustandsdichten im Valenz- und im Leitungsband, hängt die Wahrscheinlichkeit der Absorption eines Photons unter Erzeugung eines Elektron-Loch-Paares von dessen Energie bzw. seiner Wellenlänge ab. Genauer gesagt, haben Elektronen mit höheren Frequenzen (Energien) eine höhere Wahrscheinlichkeit absorbiert zu werden. Photonen mit längeren Wellenlängen können Folge dessen tiefer in Silizium eindringen. Berechnete spektrale Empfindlichkeiten von Siliziumschichten mit Dicken von 100 nm bis 100 µm sind in Abb.1 dargestellt. Neben einer Quanteneffizienz von 100 % (jedes Photon erzeugt ein Elektron-Loch-Paar) sind die Materialeigenschaften von Silizium maßgebend in die Berechnung eingeflossen, die im vorliegenden Spektrum den Bereich vom ultravioletten (< 400 nm) bis zum infraroten (> 700 nm) abdecken.

Die Abhängigkeit der spektralen Empfindlichkeit von der Dicke des Siliziums lässt sich leicht erkennen. Während der ultraviolette Anteil des

Lichtes bereits in den ersten Mikrometern vollständig absorbiert wird, gibt es einen ausgedehnten Bereich (5 - 100 µm), in dem signifikante Unterschiede in der Absorption des infraroten Lichtes darzustellen sind. Basierend auf diesem Effekt können bereits Photodioden mit variierten spektralen Empfindlichkeiten hergestellt werden. Auf zuständige spektrale Filter kann somit verzichtet werden.

PREMA Semiconductor GmbH stellt Photodioden mit unterschiedlichen pn-Übergängen her, um angepasste spektrale Empfindlichkeiten zu ermöglichen.

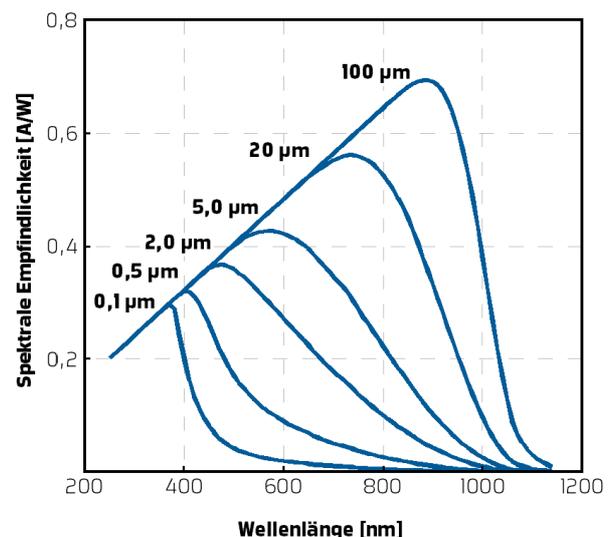


Abbildung 1: Die spektrale Empfindlichkeit für verschiedene Siliziumdicken ist berechnet als Funktion der Lichtwellenlänge.

Struktur der PREMA Photodioden

Mit Hilfe der einzigartigen Herstellungsmethode, der HochVolt-Implatation, ist PREMA Semiconductor in der Lage verschiedene Photodioden

zu produzieren, die den oben beschriebenen Effekt ausnutzen. Die verschiedenen Ausführungen mit ihren jeweiligen Querschnitten sind in Abb. 2

PREMA Photodioden

dargestellt. In Aufbau und Legende enthalten sind mehrere Silizium Dotierungskonzentration, ein transparenter Isolator und metallische Kontakte.

In Typ I, dem einfachsten Fall, befindet sich eine dünne Schicht von stark dotiertem Silizium (dunkel-blau) an der Oberfläche des schwach p-dotierten Substrates (hell grau). Damit befindet sich der pn-Übergang direkt unterhalb der Oberfläche wodurch die meisten Photonen detektiert werden können. Um einen verbesserten elektrischen Kontakt zum Substrat zu erhalten wird ein zusätzlicher Kontakt (Psub) mit erhöhter Löcherkonzentrationen implantiert (grau und schwarz). Mit angelegter Spannung V_{cc} werden die generierten Elektronen, die die Kathode (NN) erreichen, gemessen.

Obwohl die Struktur der Photodioden Typ II und Typ III identisch ist, unterscheiden sie sich in ihrer Funktion. Abweichende spektrale Empfindlichkeiten werden dabei durch Variation der Außenbeschaltungen ermöglicht. Wie es in Abb. 2 gezeigt ist, werden durch Implantation einer n-dotierten Wanne (orange) zwei getrennte pn-Übergänge erzeugt. In dem das Substrat geerdet wird und die Elektronen auf dem Weg zu Pbas gemessen werden, werden mit den Photodioden Typ II ausschließlich Elektronen detektiert, die innerhalb der Wanne generiert worden sind. Für eine verbesserte Performance ist eine

zusätzliche p-Dotierung an der Substrat-Isolator Grenzfläche implantiert.

Im Gegensatz zum Typ II wird bei der Photodiode Typ III der pn-Übergang unterhalb der Wanne (orange) verwendet. Hierfür wird ausschließlich das Substrat (Psub) geerdet. Wanne (NN) und innerer p-dotierter Bereich (Pbas) sind kurz geschlossen, wobei der Gesamtstrom mit leicht positivem Potential gemessen wird.

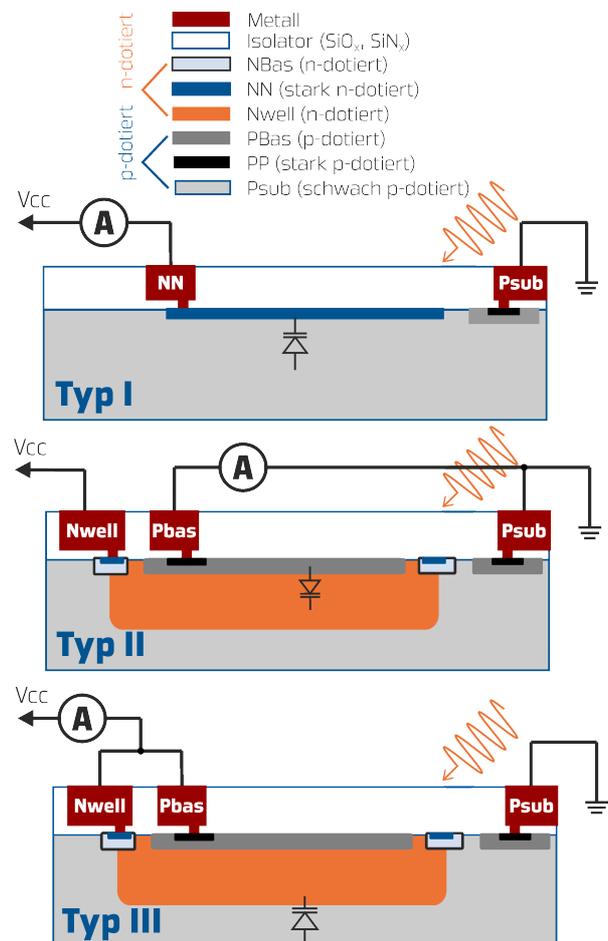


Abbildung 2: Der schematische Aufbau der PREMA Photodioden Typ I-III

PREMA Photodioden

Spektrale Empfindlichkeit der PREMA Photodioden

Verschiedene Ausführungen der PREMA Photodioden weisen unterschiedliche spektrale Empfindlichkeiten auf. Neben anderen Einflussfaktoren spielt dabei die räumliche Anordnung des pn-Übergangs eine Rolle. Wie es in Abb. 2 dargestellt ist, besitzt die PREMA Photodiode Typ I senkrecht zur Oberfläche eine zu vernachlässigende räumliche Begrenzung. Damit können fast alle einfallenden Photonen mit ausreichend Energie zum Photonenstrom beitragen. Dementsprechend ist in Abb. 3 zu erkennen, dass sich die spektrale Empfindlichkeit der Typ I Photodiode (orange) vom sichtbaren (~400 nm) bis zum infraroten (IR) (~1100 nm) Licht erstreckt. Zum Vergleich ist in Abb. 3 zusätzlich die maximal erreichbare spektrale Empfindlichkeit (grau) dargestellt. Identisch zu Abb. 1 sind die Quanteneffizienz von 100 % und die Dicke der Silizium Absorberschicht von 100 μm in die Berechnung eingeflossen. Die spektrale Empfindlichkeit von Typ I ähnelt damit dem theoretischem Maximum. Auf stärker abweichende Minima wird im Folgenden eingegangen.

Neben dem Verhalten der Typ I Photodiode können abweichende spektrale Empfindlichkeiten mit den PREMA Photodioden Typ II und Typ III realisiert werden. Um bevorzugte Empfindlichkeiten im sichtbaren oder IR Bereich zu erhalten, werden pn-Übergänge jeweils innerhalb und

unterhalb der n-dotierten Wanne verwendet (vgl. Abb. 2). Daher ist Abb. 3 zu entnehmen, dass der Photostrom von Typ II aus den oberflächennahen Siliziumschichten stammt. Die Empfindlichkeit für IR-Licht ist entsprechend reduziert.

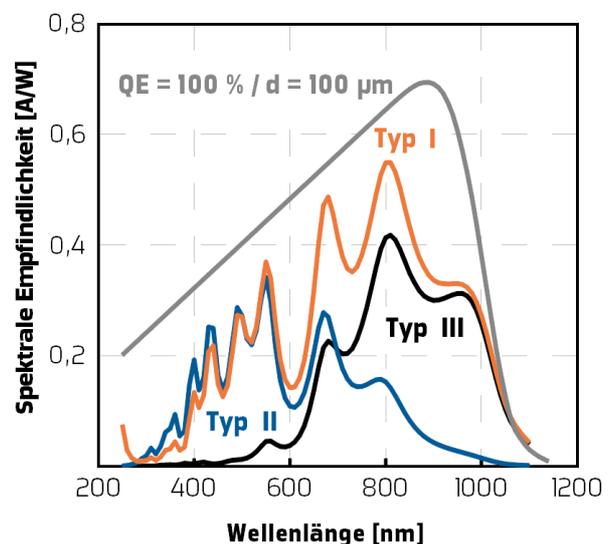


Abbildung 3: Spektrale Empfindlichkeiten der PREMA Photodioden Typ I - III. (vgl. Abb. 2). Während Typ I (orange) vergleichbar mit dem theoretischen Maximum ist, sind Typ II (blau) und Typ III (schwarz) speziell designet für ausgewählte spektrale Empfindlichkeit im sichtbaren oder IR Spektrum.

Im Gegensatz zu Typ II, detektiert die PREMA Photodiode Type III einen Photostrom, der in oberflächenfernen Schichten generiert wird. In diesen Schichten ist der sichtbare Anteil größtenteils absorbiert und übrig bleibt IR-Licht, das als Photostrom detektiert werden kann (Abb. 3; schwarz).

PREMA Photodioden

Zudem ist darauf hinzuweisen, dass die Summe der spektralen Empfindlichkeiten der Typ II und Typ III Photodioden etwa der von Typ I entspricht.

Entsprechende externe Beschaltung ermöglicht die Kombination von Typ II und Typ III und damit die Bestimmung des sichtbaren oder IR Anteils an der Gesamteinstrahlung. Zusätzlich können wertvolle Information erhalten werden, wenn man die Veränderung der spektralen Anteile mit der Zeit detektiert.

Im Gegensatz zur Simulation weisen die gemessenen Spektren eine zusätzliche Peak-Struktur auf. Diese

periodisch angeordneten Maxima werden durch Interferenzeffekte in der Isolationsschicht, die während der Herstellung auf das Silizium gebracht wird, erzeugt. Licht tritt in die Isolationsschicht (dielektrische Schicht) ein und wird anschließend an der Isolation/Silizium Grenzfläche und an der Oberfläche reflektiert. Durch Superposition der reflektierten Strahlen treten Maxima und Minimal jeweils für destruktive und konstruktive Interferenz auf (Abb. 3). Da Interferenz vom Verhältnis von optischer Weglänge und Wellenlänge abhängt, verändert sich die Position der Peaks mit der Dicke der Isolationsschicht.

PREMA Photodioden

Der Einfluss von Isolations- und Antireflexschicht

PREMA PHOTODIODE TYP I

Im Folgenden werden zwei Möglichkeiten präsentiert um den beschriebenen Interferenz Effekt zum unterdrücken.

Die spektralen Empfindlichkeiten der PREMA Photodiode Typ I mit dielektrischer Schicht (blau), ohne dielektrische Schicht (black) und mit Antireflexschicht (orange) werden in Abb. 4 gezeigt. Durch das Abtragen der dielektrischen Schicht entsteht eine größere Unstetigkeit der Brechungsindizes von Luft zu Silizium. Die Anzahl der in das Silizium eintretenden Photonen sinkt aus diesem Grund. Zudem verschwinden jedoch die Interferenzeffekte, die wie oben beschrieben in der dielektrischen Schicht verursacht werden.

Erhöhte spektrale Empfindlichkeit wird mit einer Antireflexschicht ARC (orange) erreicht. Auf das blanke Silizium wird dabei eine Schicht mit angepasstem Brechungsindex und entsprechender Dicke aufgebracht. Die Antireflexschicht ermöglicht damit eine spektrale Empfindlichkeit nahe dem theoretischem Maximum (vgl. Abb. 3). Mit der PREMA Photodiode Typ I können damit Photonen mit Wellenlängen von 400 bis 1100 nm detektiert werden.

Weiterführend zu bereits gezeigten Berechnungen für spektrale Empfindlichkeiten (Abb. 1) ist zudem eine detaillierte Simulation (grau) durchgeführt worden. Zuzüglich der einer Quanteneffizienz von 100 %, sind dabei genaue Information über pn-Übergang, Elektronendiffusion und den Effekt der Antireflexschicht eingeflossen.

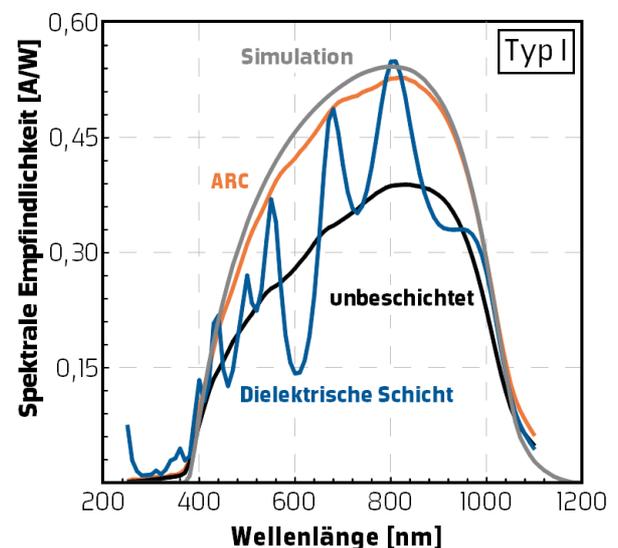


Abbildung 4: Spektrale Empfindlichkeiten von PREMA Photodiode Typ I mit dielektrischer Schicht (blau), unbeschichtet (schwarz) und mit einer Antireflexionsschicht (orange). Für letztes ist zusätzlich eine detaillierte Simulation gezeigt (grau).

PREMA Photodioden

PREMA PHOTODIODEN TYP II UND TYP III

Mit den PREMA Photodioden Typ II (Abb. 5) und Typ III (Abb. 6) wurden ähnliche Messungen durchgeführt. Durch das Entfernen der Isolationsschicht (dielektrische Schicht) verschwinden die Interferenzeffekte (schwarz). Zugleich wird die spektrale Empfindlichkeit bei beiden Typen reduziert. Die detaillierte Simulation zeigt jedoch das hervorragende Verhalten der PREMA Photodioden. Für ausgewählte Bereiche der Wellenlänge ermöglichen zusätzlich aufgebraachte Antireflexschichten spektrale Empfindlichkeiten nahe dem theoretischen Maximum. Für die PREMA Fotodioden Typ II und Typ III liegen die Maxima der Empfindlichkeit bei Wellenlängen von jeweils 530 nm und 880 nm.

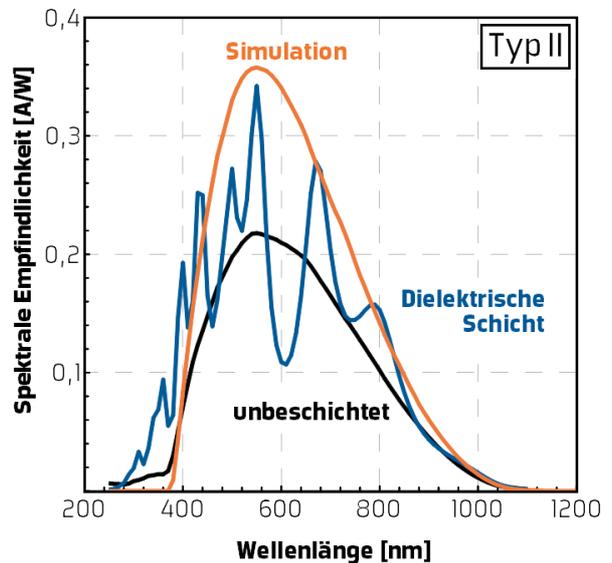


Abbildung 5: Spektrale Empfindlichkeit der PREMA Photodioden Typ II mit dielektrischer Schicht (blau), unbeschichtet (schwarz) und mit Antireflexionsschicht simuliert (orange).

Im Fall der gemessene Photodioden Typ II und Typ III wurde die Wanne am weitesten in das Siliziumsubstrat implantiert. In dem der n-dotierte Bereich weniger tief implantiert wird, können veränderte spektrale Empfindlichkeiten erhalten werden. Entsprechend dem Nachtsehen des menschlichem Auges kann damit die spektrale Empfindlichkeit angepasst werden. Hier reicht die spektrale Empfindlichkeit von 400 bis 600 nm.

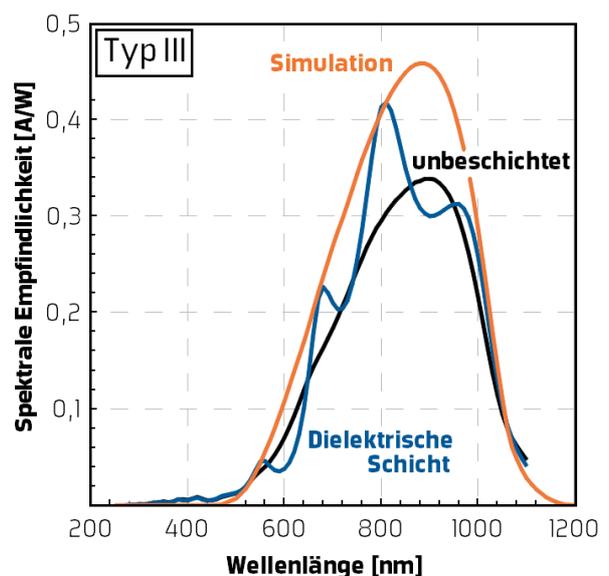


Abbildung 6: Spektrale Empfindlichkeit der PREMA Photodioden Typ III mit dielektrischer Schicht (blau), unbeschichtet (schwarz) und mit Antireflexionsschicht simuliert (orange).

PREMA Photodioden

Verbessertes Verhalten durch transparente Verpackung

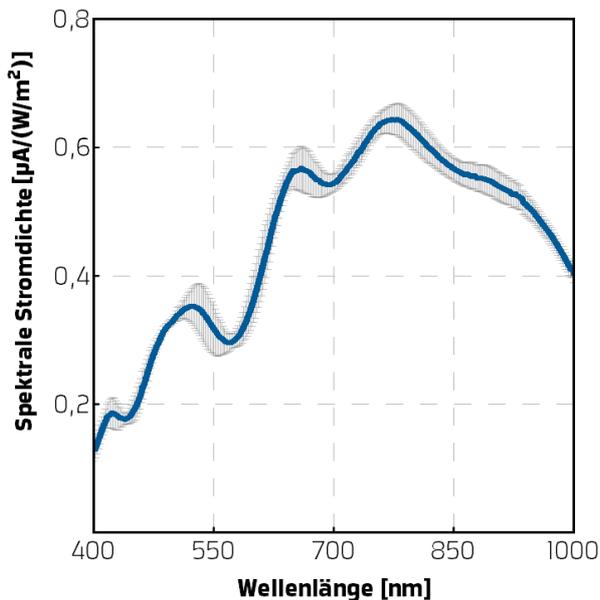


Abbildung 7: Spektraler Photostrom von 10 verkapselten PREMA Photodioden Typ I wurden gemessen. Neben dem Durchschnitt (blau) ist die Standardabweichung angegeben.

Das Ätzen der dielektrischen Schicht und die Abscheidung einer Antireflexschicht bedeuten weitere Prozessschritte, die zusätzliche Kosten mit sich bringen. Wie es in Abb. 7 dargestellt ist, werden die Interferenzeffekte bereits durch das Verkapseln in einem durchsichtigen Gehäuse reduziert. Bei einer Vielzahl von Anwendungen werden Photodioden benutzt um einen spektralen Bereich zu messen. In diesem Fall sind Photodioden ohne zusätzliche Prozessschritte oft ausreichend. Um den Effekt der transparenten Verpackung abschätzen zu können, ist in Abb. 7 der Durchschnitt des spektralen Photostroms von 10 verschiedenen Photodioden unter identischen Messbedingungen gezeigt (blau). Zudem ist für jede Wellenlänge die entsprechende Standardabweichung angegeben (grau).

Beispielanwendungen für Photodioden

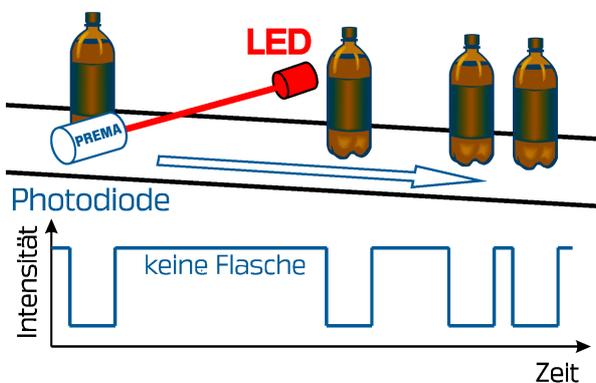


Abbildung 8: Die Auslastung eines Fließbandes wird mit einer Lichtschranke gemessen.

Photodioden werden verwendet um elektromagnetische Strahlung zu detektieren. Im einfachsten Fall können wertvolle Informationen bereits gewonnen werden, indem ein An/Aus Zustand registriert wird. Dabei steigt/fällt die gemessene Intensität oberhalb/unterhalb eines gesetzten Schwellwertes. Ein Beispiel ist exemplarisch in Abb. 8 dargestellt. Eine Lichtschranke aus LED und Photodiode kann verwendet werden um die Position von Flaschen auf einem Fließband zu

PREMA Photodioden

messen. Entsprechend der Bewegungsrichtung wird hier der Lichtstrahl senkrecht angeordnet. Damit detektiert die Photodiode eine niedrigere Intensität wenn ein Flasche den Lichtstrahl unterbricht. In hellen Räumen kann die Hintergrundintensität mit geeigneter Abschirmung gesenkt werden. Sollte dies nicht ausreichen, kann IR Strahlung verwendet werden. Hierfür eignet sich die PREMA Photodiode Typ III.

Ähnliche Systeme werden in Fahrstühlen verbaut um beim Schließen der Türen die nötige Sicherheit zu gewährleisten. Zur Vereinfachung befinden sich hier LED und Photodiode auf einer Seite. Dies wird realisiert, indem ein Reflektor an der anderen Seite angebracht wird, Damit passiert der Lichtstrahl die Tür doppelt.

Durch die Anordnung einer Vielzahl von LEDs und Photodioden kann die Komplexität der Überwachung erhöht werden. Wie vereinfacht in Abb. 9 dargestellt ist, kann die Form von Gegenständen durch Lichtintensitäten festgestellt werden. Im vorliegenden Fall wird lediglich bei den Photodioden 1 und 2 keine Veränderung der Intensität festgestellt, wenn die Flasche sich senkrecht zur Bildebene bewegt. Wie zudem in Abb. 9 dargestellt ist, können Intensitätsprofile verglichen werden um Herstellungsprozesse zu überwachen.

An dieser Stelle kommt eine weitere Stärke der PREMA Semiconductor GmbH zu tragen. Mit Hilfe einer anwenderspezifischen integrierten Schaltung (ASIC) können die Signale mehrerer Photodioden kombiniert werden, so dass beispielsweise eine Spannung ausgegeben wird. Je nach Anwendung kann der Spannungsbereich angepasst werden. Des weiteren können ASICs in die Überwachung oder die Steuerung von Herstellungsprozessen integriert werden.

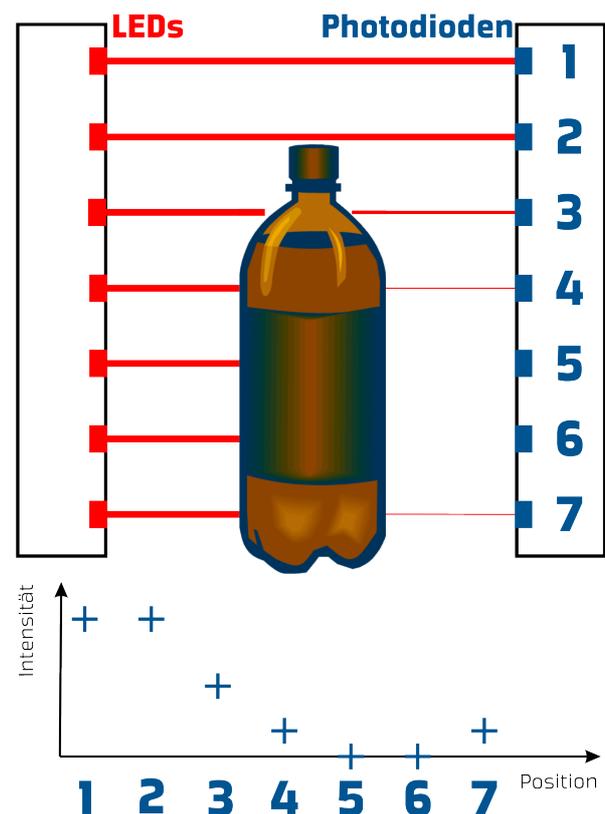


Abbildung 9: Mit sogenannten Lichtvorhängen lässt sich die Form von Gegenständen bestimmen.

PREMA Photodioden

Höhendifferenzen lassen sich mit Hilfe der Triangulationsmethode optisch bestimmen. Bei dieser Methode wird Streulicht fokussiert, welches an einer Oberfläche reflektiert wurde. Wie es schematisch in Abb.10 dargestellt ist, verursacht eine waagerechte Verschiebung der Probe (schwarzer Pfeil), einen veränderten Fokuspunkt (roter Pfeil). Mit Hilfe einer räumlich auflösenden Photodiode kann die Bewegung des Fokuspunktes detektiert werden.

Entsprechend der Dual-Photodiode PR5001 (siehe Deckblatt), könnten im vorliegenden Beispiel zwei unterschiedliche Höhen durch zwei getrennte Photodioden aufgelöst werden. Auf Nachfrage können beliebig viele Photodioden nebeneinander angeordnet werden um somit die gewünschte Auflösung zu erhalten.

Auch in diesem Fall kann die Signalauswertung mit einem ASIC kundenspezifisch realisiert werden.

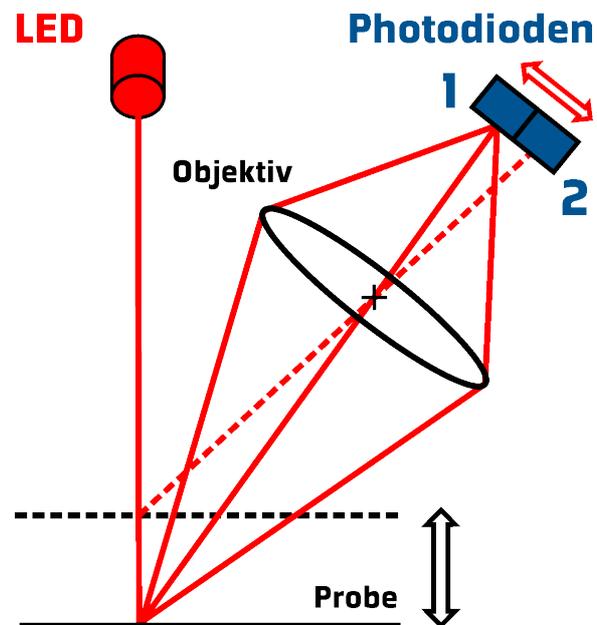


Abbildung 10: Die Triangulationsmethode zum Messen von Höhenunterschieden

Die Kapazität einer Photodiode bestimmt deren Reaktionszeit

Für eine Vielzahl an Anwendungen wie dem Messen der Helligkeit in der Umgebung eines Bildschirms spielt die Reaktionszeit von Photodioden eine untergeordnete Rolle. Denkt man jedoch an optische Inkrementalgeber, die Lichtpulse detektieren, stellt man schnell fest, dass deren Auflösung/Geschwindigkeit auch durch die Reaktionszeit des Photostroms limitiert ist. Eine Encoderscheibe, die mit einer Frequenz von 125 Hz rotiert und in 4000 Segmente/Umfang unterteilt ist, erzeugt Lichtpulse von etwa 2 μ s. Nimmt man zudem einen Radius der Encoderscheibe von 2 cm

an, ergibt sich eine Periodizität eines einzelnen Segmentes von 16 μ m. Obwohl damit weder Rotationsgeschwindigkeit noch Auflösung der Encoderscheibe extrem hoch sind, wird die Reaktionszeit der Photodiode relevant. Die Bedeutung der Problematik steigt weiter da innerhalb eines Lichtpulses meist kurze Anstiegs- bzw. Abfallzeiten gewünscht sind.

Da es beim Anlegen einer Spannung in Sperrrichtung zur Vergrößerung der Verarmungszone kommt, stellt dies eine Möglichkeit dar die Kapazität einer Photodiode zu verringern. Die Abhängigkeit der Kapazität von einer

PREMA Photodioden

angelegten Sperrspannung ist für die PREMA Photodioden Typ I - III quantitativ dargestellt in Abb. 11. Demnach kann eine signifikante Reduzierung erreicht werden, wenn eine Sperrspannung $> 4\text{ V}$ angelegt ist. Durch das Anlegen noch höherer Spannungen reduziert sich die Kapazität nur geringfügig. Auf Grund der limitierten Größe der Verarmungszone in der Fotodiode (vgl. Abb. 2), ist der Anstieg der Photodiode Typ II (blau) merklich kleiner.

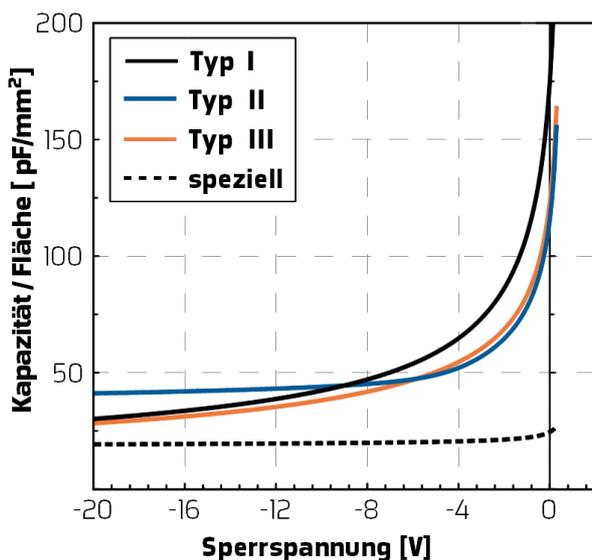


Abbildung 11: Für PREMA Photodioden Typ I-III und für eine optimierte Photodiode ist die Kapazität pro Fläche in Abhängigkeit der Sperrspannung dargestellt

Zudem lässt sich die Kapazität einer Photodiode durch ein optimiertes laterales Layout des pn-Übergangs reduzieren. Wie bereits in Abb. 11 gezeigt ist, hat PREMA Semiconductor GmbH eine 'spezielle' Photodiode (gestrichelt) entwickelt, die eine geringere Kapazität aufweist. Auch ohne angelegter Sperrspannung wird die Kapazität um

den Faktor 10 reduziert. Gleichzeitig nimmt die spektrale Empfindlichkeit jedoch nur um 20 % ab. Je nach Anforderung kann die reduzierte Empfindlichkeit eine untergeordnete Rolle spielen, wobei der Gewinn der Reaktionszeit gleichzeitig unentbehrlich sein kann.

Wie eingangs erwähnt, kann die Kapazität einer Photodiode mit Hilfe einer Sperrspannung reduziert werden. Weiterführend ist in Abb. 12 gezeigt, dass angelegte Sperrspannungen bis 10 V keinen merklichen Einfluss auf die spektrale Empfindlichkeit der Photodiode Typ I hat.

Mit Sperrspannung $> 4\text{ V}$ kann die Kapazität von PREMA Photodioden Typ I - III drastisch reduziert werden, wobei deren spektrale Empfindlichkeit nicht variiert. Für Anwendungen mit besonders hohen Reaktionszeiten ist eine 'spezielle' PREMA Photodiode in Betracht zu ziehen.

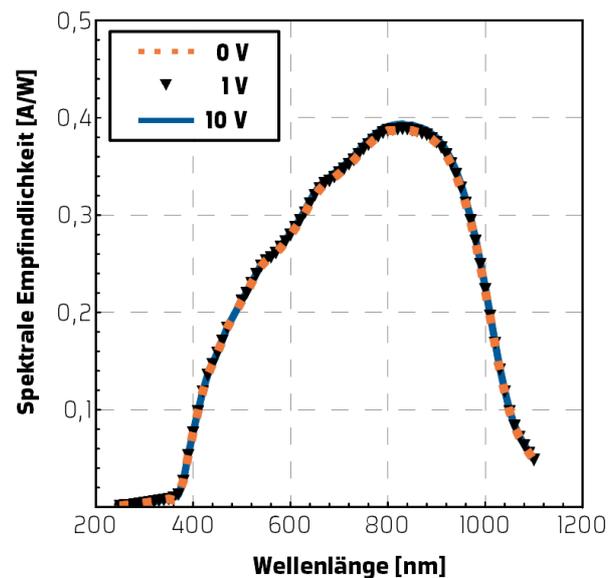


Abbildung 12: Auswirkungen von Sperrschichtspannungen auf die spektrale Empfindlichkeit von PREMA Photodiode Typ I

PREMA Photodioden

IR Empfänger für Fernbedienungen

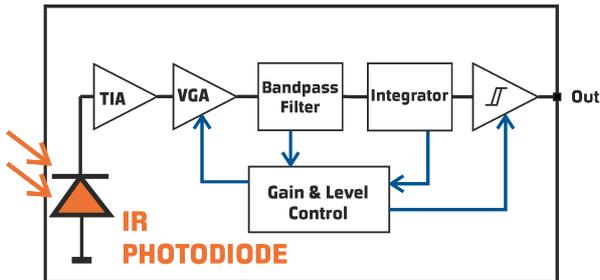


Abbildung 13: Blockschaltbild eines IR Empfängers für Fernbedienungen

Anwendung findet die 'spezielle' PREMA Photodiode mit reduzierter Kapazität beispielsweise als IR Empfänger für Fernbedienungen von TV Geräten. Ein exemplarisches Blockschaltbild ist in Abb. 13 dargestellt. Fernbedienungen senden meist modulierte Signale mit Wellenlängen von 900 nm und Trägerfrequenzen von 36 oder 38 kHz. Damit ist die Reaktionszeit der 'speziellen' PREMA Photodiode mehr als ausreichend für den Betrieb.

Nachdem des IR-Licht durch die Photodiode absorbiert ist, erzeugt ein Transimpedanzwandler (TIA) aus dem Photostrom ein entsprechendes Spannungssignal, welches anschließend verstärkt (variable gain amplifier; VGA) wird. Störendes Rauschen wird anschließend durch ein Bandpassfilter unterdrückt. Um das Signal letztendlich zu demodulieren und zu digitalisieren werden dahinter jeweils ein Integrator und ein Hysterese-Komparator schaltet.

Auf Grund ihrer Fähigkeiten ist PREMA Semiconductor GmbH in der Lage Photodioden und komplexe Schaltkreise in einem Chip anwendungsspezifisch zu kombinieren. Weitere Sensorfunktionen können zusätzlich integriert werden um andere Geräte zu steuern.

PREMA Photodioden

Die Anwendung von Photodioden in optischen Encodern

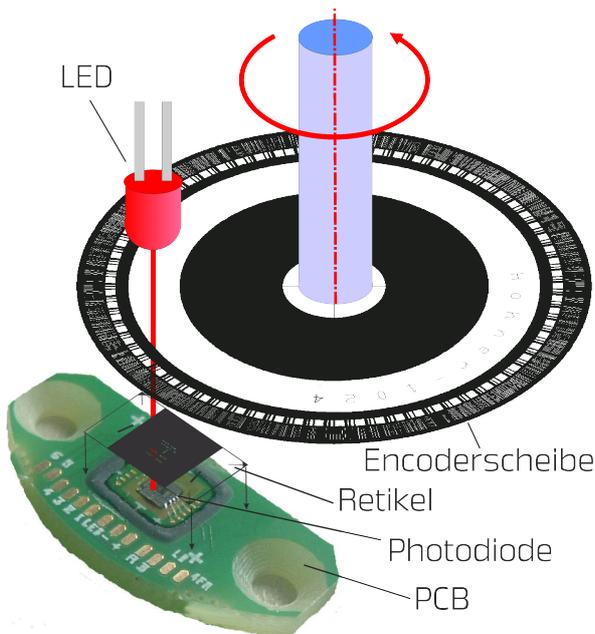


Abbildung 14: Schematische Darstellung eines von PREMA angebotenen optischen Encoders

Für einen reibungslosen Ablauf spielt die Messung von Bewegungen besonders in der Automatisierungstechnologie eine wichtige Rolle.

Neben anderen Methoden können Rotationen und geradlinige Bewegungen optisch detektiert werden. Der Messprinzip ist schematisch in Abb. 14 dargestellt. In diesem Fall

werden LED, Encoderscheibe, Retikel und Photodiode (Chip) verwendet um ein Signal entsprechend der Bewegung zu generieren. Durch die rotierende Encoderscheibe in Verbindung mit dem als Maske dienendem Retikel wird das Licht abwechselnd transmittiert und geblockt. Um die Auflösung zu verbessern wird das Retikel entweder nahe der LED oder nahe der Photodiode justiert. Sorgfältig gewählte Raster erlauben höchste Auflösungen und die Bestimmung der Drehrichtung.

Die große Erfahrung von PREMA Semiconductor GmbH im Bereich der anwendungsspezifischen integrierten Schaltungen (ASICs) ermöglicht die Herstellung von integrierten Schaltungen für weitere Signalverarbeitung. Kundenspezifisch kann neben trivialer Signalverstärkung die Steuerung von externen Elementen wie LEDs oder Motoren implementiert werden.

Neben Schaltungen mit integrierten Photodioden befinden sich, komplette Platinen (PCB), Retikel, Encoderscheiben und LEDs im Portfolio der PREMA Semiconductor GmbH.

PREMA Photodioden

Erhöhte Empfindlichkeit durch PREMA Phototransistoren

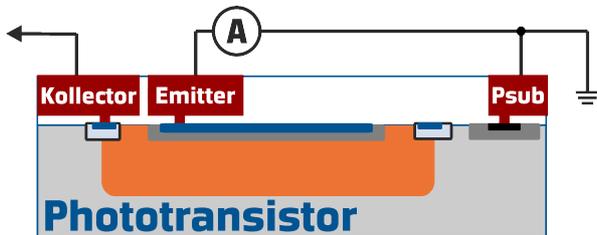


Abbildung 15: Schematischer Aufbau eines PREMA Phototransistors

Ultrahohe Empfindlichkeit wird mit einem PREMA Phototransistor erreicht. Durch einen zusätzlichen pn-Übergang (Abb.15) zwischen dem Emitter und dem n-dotiertem Kollektor wird ein npn-Transistor erzeugt. Anstelle eines Basis-Emitter-Stromes findet die Regelung des Kollektor-Emitter-Stroms jedoch durch einfallende Lichtstrahlung statt. Mit Hilfe dieses npn-Transistors kann somit eine Stromverstärkung von ca. 100 erreicht werden (vgl. Abb 16 mit Abb. 5). Auf Grund der enormen Stromverstärkung kann der PREMA Phototransistor in Anwendungen mit reduzierter Lichteinstrahlung eingesetzt werden (z.B Dämmerungsschalter).

Basierend auf Ihrer Empfindlichkeit und der Fähigkeit Schaltkreise elektrisch zu isolieren, kommen Optokoppler zum Einsatz. Ihr Aufbau ist schematisch in Abb. 17 dargestellt. Dabei werden LED und Phototransistor in einem Gehäuse verkapselt. Reaktionszeiten von wenigen μm haben niedrige Grenzfrequenzen zur Folge. Somit betragen typische Grenzfrequenzen einige kHz.

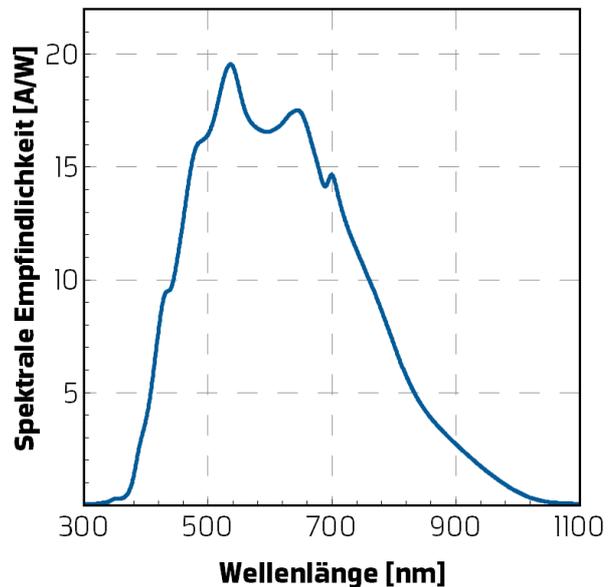


Abbildung 16: Spektrale Empfindlichkeit des PREMA Phototransistors

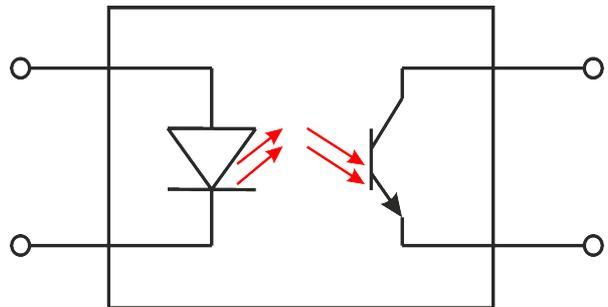


Abbildung 17: Schematischer Aufbau eines Optokopplers

PREMA Photodioden

Zusammenfassung

Photodioden und Transistoren von PREMA Semiconductor GmbH sind durch ihre variable Einsetzbarkeit gekennzeichnet. Neben der veränderbaren spektralen Empfindlichkeit spielen dabei auch niedrige Reaktionszeiten (Kapazitäten) und hohe Wirkungsgrade eine entscheidende Rolle.

Photodioden mit transparenter dielektrischer Schutzschicht, können mit überzeugenden Preisen angeboten werden. Trotz der auftretenden Interferenzen ist dieser Typ für eine Vielzahl von Anwendungen, bei denen ein integrales Spektrum gemessen wird, geeignet. Gilt es die Helligkeit zu detektieren um die Helligkeit eines Bildschirms nachzuregulieren spielen leicht veränderliche Interferenzmaxima nur eine untergeordnete Rolle. Dieser Effekt kann ebenso vernachlässigt werden wenn es sich um die Messung von an/aus Zuständen wie in Lichtschranken handelt. Hier können variierende Photoströme ausgeglichen werden.

Für den Einsatz von PREMA Photodioden mit monochromatischem Licht und dem Bedarf an quantitativen Messungen können PREMA Photodioden mit einer Antireflexschicht eingesetzt werden. Auf Grund der angepassten Lichteinkopplung können sie zuverlässige Absolutwerte liefern.

Für Anwendungen bei denen schnelle Reaktionszeiten benötigt werden kommen PREMA Photodioden mit reduzierter Kapazität zu Einsatz. Somit lassen sich optische Encoder mit kleinsten Auflösungen realisieren.

Ultra-hohe Empfindlichkeiten können hingegen mit Phototransistoren erreicht werden. Ein npn-Transistor erreicht hierbei eine 100 fache Stromverstärkung.

Offene Fragen können jederzeit an unser Team gerichtet werden. Dadurch können wir Ihnen bestmöglich helfen, die für Sie geeignetste Lösung zu finden.

Im Designen von ASIC Produkten ist PREMA Semiconductor GmbH seit mehr als 20 Jahren erfolgreich am Markt aktiv. Dementsprechend können wir Ihnen Photodioden in Verbindung mit anwendungsspezifischen ICs anbieten. Dies führt zu innovativen Produkten die Ihnen Vorteile gegenüber Ihren Mitbewerbern verschaffen.

Die Hochvolt-Implantation als exklusiver Herstellungsprozess der PREMA Semiconductor GmbH erschwert zugleich 'Reverse Engineering'. Ein Kopierschutz ist damit in jedem von PREMA gefertigten ASIC integriert und schützt damit Ihr Produkt vor Piraterie.

PREMA Photodioden

Disclaimer

Information provided by PREMA is believed to be accurate and correct. However, no responsibility is assumed by PREMA for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties which may result from its use. PREMA reserves the right at any time without notice to change circuitry and specifications.

Life Support Policy

PREMA Semiconductors products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without the express written approval of PREMA Semiconductor. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

PREMA Semiconductor GmbH

Robert-Bosch-Str. 6

55129 Mainz Germany

Phone: +49-6131-5062-0

Fax: +49-6131-5062-220

Email: prema@prema.com Web site: www.prema.com