

# Dynamische Charakterisierung von integrierten Fotodioden

## Dynamic characterisation of integrated photodiodes

### Einleitung

Fotodioden sind Halbleiterbauelemente, die es ermöglichen, einfallendes Licht in einen elektrischen Strom zu wandeln. Auf Grund dieser Eigenschaft sind sie in den verschiedensten Anwendungen einsetzbar. Die Anwendungsgebiete reichen von der Digitalfotografie über die Sensorik bis hin zur Datenübertragung. Insbesondere im letzten Fall stehen die dynamischen Eigenschaften der verwendeten Fotodiode im Vordergrund. Die zunehmende Bandbreite von Übertragungssystemen oder die steigende Packungsdichte von CDs und DVDs erfordern angepasste opto-elektrische Wandler, die für diese Einsatzbedingungen optimiert sind. Um dieses Ziel zu erreichen, ist eine Verifikation der dynamischen Eigenschaften notwendig.

### Ziele

Gemeinsam mit dem Forschungspartner X-FAB Semiconductor Foundries AG (Erfurt) entwickelt die IMMS gGmbH Testlösungen zur Charakterisierung opto-elektronischer Bauelemente. In diesem Zusammenhang entstand auch ein Messplatz zur Aufnahme dynamischer Parameter an Fotodioden. Hierbei sollte neben der Bandbreite auch das transiente Verhalten untersucht werden.

### Lösungsansatz

Der erste Entwurf zur Umsetzung der Zielstellung sah den Einsatz eines Verstärkers vor. Dieser sollte den generierten Fotostrom in eine Spannung wandeln. Ein solches Halbleiter Bauelement wird als Transimpedanz-Verstärker (TIA) bezeichnet. Diese Idee basierte auf der Überlegung, den geringen Fotostrom in ein höherenergetisches Signal zu wandeln. Bei der Evaluierung dieses TIA-Konzeptes zeigte sich jedoch, dass der Einfluss des Verstärkers auf das Messergebnis zu groß war.

Das zweite Konzept beinhaltet eine rein passive Messschaltung. Dabei ist es erforderlich, sehr empfindliche Messtechnik einzusetzen, damit der geringe Fotostrom detektiert werden kann. Den Vorteil dieser Anordnung stellt die relative Verzerrungsfreiheit dar. Das zu messende Signal kann nur durch die parasitären elektrischen Elemente des Aufbaus, beispielsweise Streukapazitäten, beeinflusst werden. Die Evaluierung dieses Konzeptes schloss mit einem positivem Ergebnis.

### Realisierung

Nach der Festlegung auf ein Messkonzept erfolgte die praktische Umsetzung in einem kompletten Messaufbau. Ausgehend von den Vorstellungen unseres Forschungspartners fand die Planung statt. Der realisierte Messplatz ermöglicht das Charakterisieren von vier Fotodioden innerhalb einer

### Introduction

Photo diodes are semiconductor devices which allow to change incident light into an electrical current. So they can be used in many different applications. The field of applications is very wide. Photo diodes were used in digital cameras, sensors or data communications. The dynamic properties are in focus for the last case. The increasing bandwidth of telecommunication systems and the rising packing density of CDs and DVDs require matching optical-electrical converters. Hence a verification of all dynamical properties is necessary.

### Objectives

Together with our research partner X-FAB Semiconductor Foundries AG IMMS gGmbH develops test solutions for the characterisation of optical-electrical devices. In this context a measurement setup for determination of dynamical parameters was evolved. Thereby the bandwidth and the transient behaviour should be characterised.

### Method of resolution

The first draft to get such a setup was to use an amplifier. It should convert the generated photo current into an output voltage. Such a semiconductor device is called transimpedance amplifier (TIA). By using a TIA the small photo current should be changed in a signal which is more powerful. During the evaluation the amplifier had too much influence on the measurement result.

The second concept based on a pure passive setup. It was important that only very sensitive measurement devices can be applied to detect the small photo current.

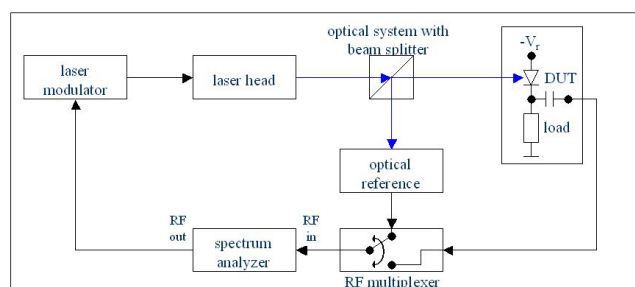


Abb. 1: Prinzipskizze des Messaufbaus

Fig. 1: Schematic illustration of measurement setup

One of the big advantages was the reduced influence on the characterisation results. In this setup only the parasitic electrical components, for instance capacitances, can affect the result. At the end of this evaluation a positive conclusion was done.

Teststruktur. Die genormte Belegung der Bondpads und deren Platzierung ist eine Voraussetzung für die mehrmalige Verwendung des Aufbaus. Deshalb wurde zum Kontaktieren des Messobjektes eine Fassung verwendet, die eine Kontaktierung ohne Verlöten ermöglicht.

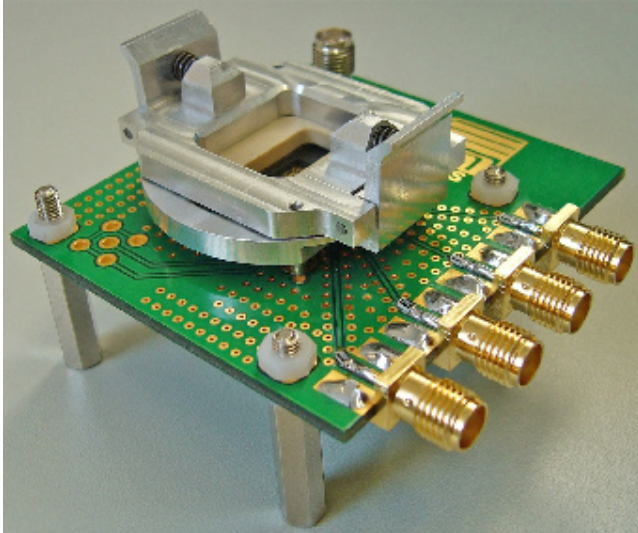


Abb. 2: Messboard mit Fassung

Fig. 2: test board with socket

Insgesamt besteht der Messaufbau aus vier wesentlichen Komponenten:

- Modulierbare Laserlichtquelle mit optischem System
- Messboard zur Kontaktierung des Messobjektes
- Hochfrequenz-Relais-Multiplexer
- Messgerät

Beim Layout des Messboards wurde auf die Einhaltung eines adäquaten HF-Verhaltens geachtet. Der Multiplexer realisiert die Umschaltung des jeweiligen Fotodiodensignals auf das Messgerät. Als Messgerät für die Bestimmung der Bandbreite dient ein Spektrumanalysator. Anstiegs- und Abfallzeiten werden mit dem Oszilloskop bestimmt.

## Ausblick

Die durch die Charakterisierung gewonnenen Erkenntnisse fließen in die Modellierung neuer Fotodioden ein. Durch diese Zusammenarbeit zwischen Design und Messtechnik kann eine Verbesserung der Fotodiodenkennwerte erreicht werden.

## Implementation

Starting from the ideas of our research partner the realisation began. This setup should realise the characterisation of four photo diodes within a single test structure. The placement and assignment of the pads was defined. It is a condition for repeated using of the test board. So the test structure is contacted without soldering.

The measurement setup consists of four main components:

- source for modulated light, and optical system
- test board to contact the device under test
- RF relay multiplexer
- measurement device

An important fact at the design of the test board was the RF compatible layout. Thus a low reflection setup could be obtained. To switching between the output signal of the different photo diodes the RF multiplexer was used. After passing it the signal can be feeded in a measurement device. For determining the bandwidth a spectrum analyser was applied. The transient behaviour was measured by an oscilloscope.

## Outlook

The results of the dynamic characterisation of photo diodes are applied to improve the new design. By this cooperation with test and design the dynamic performance of photo diodes can be enhanced.

Ansprechpartner / contact:

Dipl.-Ing. Michael Meister  
Tel.: +49 (3677) 69-5525  
E-Mail: michael.meister@imms.de