

# AMBIENT LIGHT SENSOR - CIRCUIT DEVELOPMENT AT IMMS FROM THE IDEA UP TO THE SAMPLE

By means of the ambient light sensor D3010A, an innovative circuit has been developed, which shows at the same time, how circuit development can be realized by IMMS from the idea up to the sample. The ambient light sensor (ALS) permits, like shown in figure 1, to detect and evaluate the brightness of the ambient light according to the perception of the human eye. This evaluation is effected by a threshold control whereas ALS provides as output signal the information "dark" or "bright" ambient light.

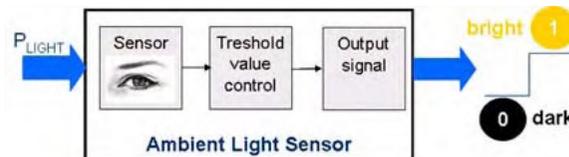


Figure 1: Functionality of the ambient light sensor D3010A

ALS D3010A is ideally suitable for mobile applications due to its low energy requirement of 40  $\mu$ W (operating voltage: 2.0 V), which can be reduced to less than 5nW by "sleep mode" as well as due to its low chip surface (without scribe lane) of 0.64 mm<sup>2</sup>. Furthermore, externally needed components for definition of automatic thresholds as yet, are already integrated.

## Multitude of Applications

The ambient light sensor can be applied wherever visibility conditions must be adapted to the human eye. In figure 2 you can see exemplarily a laptop and a cell-phone. In terms of such products, the contrast ratio of the displays depends on ambient light.

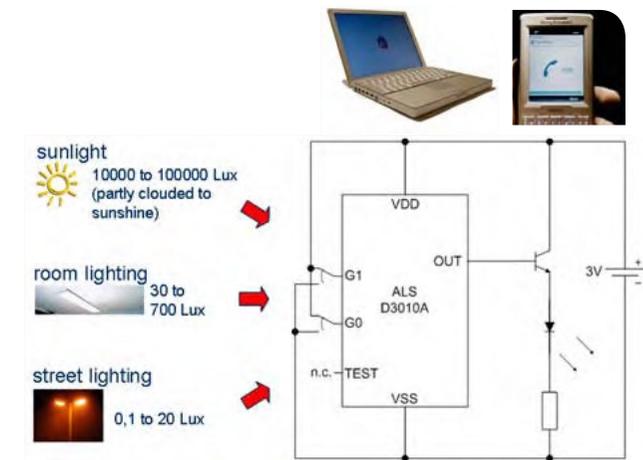


Figure 2: Application of ALS D3010A

In case ALS is integrated in a cell-phone or a laptop, the ambient light can be detected with the sensibility of the human eye and evaluated by the threshold control. With the information "dark" or "bright" ambient light, edited by ALS, it is possible to switch on or off a background lighting for ideal contrast ratio. At the same time the energy demand of the display

© Harald Lapp | Torsten Lohse / Pixelio

can be reduced. Furthermore, the application in SMART-sensor systems is supposable. In comparison to other fabricants, the ALS D3010A offers the possibility to evaluate the ambient light and to require thereby only a low demand for power output. The small chip surface saves production costs. The end consumer benefits from the application of ALS in various aspects. Mobile applications can be used considerably longer (for example with one battery charge), by switching off unnecessary background lighting.

## Technical Implementation of the Circuit Development

Figure 3 shows the schematic construction of ALS. With G1 and G0 you can chose between three thresholds and the sleep mode. The three thresholds correspond to the different brightness sensibilities of the human eye and are implemented by a modifiable electricity bank. The following Schmitt trigger conduces to generate more steep edges as well as to suppress switching operations caused by noise. Hereafter, perturbations, effected by mains frequency of artificial lighting, are prevented by means of a filter. At the output OUT, a high signal (bright ambient light) for lighting conditions above the threshold, and a low signal (dark ambient

light) for lighting conditions below the threshold are edited.

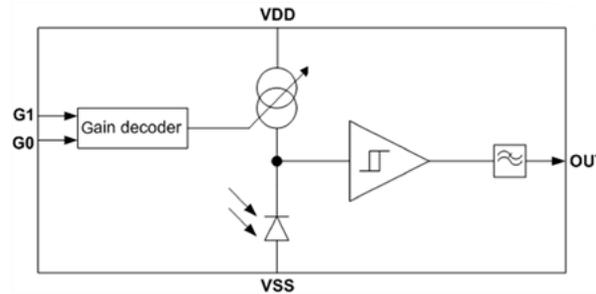


Figure 3: Block diagram of ALS D3010A

The spectral sensitivity of the sensor within ALS is adapted to the human eye and has its maximum sensitivity accordingly, as to be seen in figure 4, at a wave length of about 555 nm.

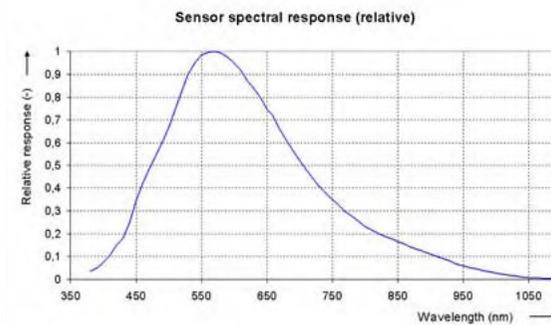


Figure 4: Spectral sensitivity of ALS D3010A  
Source: X-FAB Semiconductor Foundries AG

The switching circuit is designed for an operating voltage of 2.0 V to 3.6 V and has a current consumption of less than 1 nA in the sleep mode. The chip surface (without scribe lane) of the developed sample adds up to 0.8 mm x 0.8 mm, using the processes XH035 of X-FAB Semiconductor Foundries AG and is for comparison of sizes opposed to the picture of a coin.

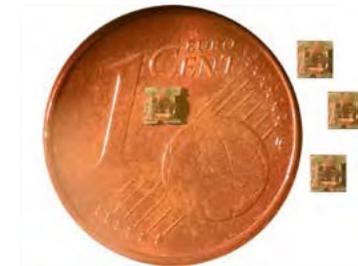


Figure 5: Sample in comparison with a one cent coin



© Thorsten Freyer / Pixelio

## From the Idea to the Sample

The development of a sample presupposes the implementation of the following processes: brainstorming, electrical design, physical design (layout), wafer production, packaging as well as samples. The process flow and the competences of IMMS during the corresponding processes are to be seen in figure 6.

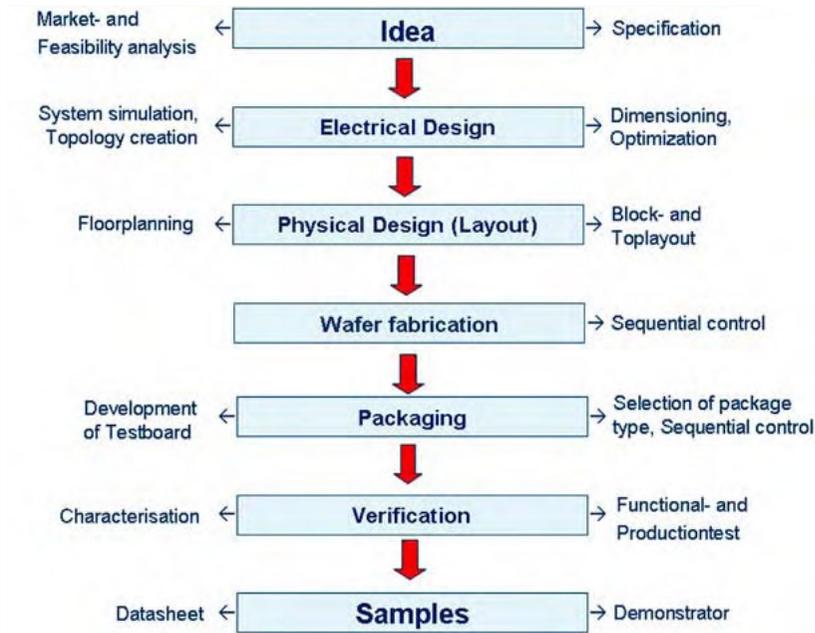


Figure 6: Competencies of IMMS during flow

Based on market and feasibility analysis during the first process "idea", a specification is generated. Followed up by a system simulation during "electrical design", whereby optimal system architecture is chosen, respectively possible weak points are detected betimes. From this results manual dimensioning as well as optimization by means of latest EDA methodology. Both for electrical as well as for physical design, IMMS offers the complete portfolio. Floor planning,

block and top layout in the physical design are backed up likewise by the latest methodologies like "floorplanner" and "autorouter". The choice of package type, necessary during the process "packaging" as well as development of the test version, are likewise affected by IMMS. The following verification is adopted by IMMS measurement technology which executes characterization, functioning and production tests on more than 120 square metres of laboratory area. Furthermore fault analysis and lifetime tests are possible. IMMS provides on request a data sheet and demonstrators regarding the tested sample.

## Summary

The correct function of the samples was proved by an internal measurement technology whereby IMMS has an innovative ambient light sensor available. The sensor is characterized by integrated thresholds besides a low power and Die area saving construction. Especially the low-energy draft offers the possibility for future advancements to integrate an energy harvesting system. An ALS, functioning energy autarkic, would shape possibilities of application and areas of assignment certainly more multifaceted. For this reason, ALS is an example that the chip design of IMMS – as the customer may expect it – can be realized from the idea up to the sample applying the latest design methodologies.

Support project: "Modeling and optimization of photodiodes and DVD front end amplifier circuits"

Short title: TAB DVD photodiode  
Support code 2006VF0046

## Author:

**Dipl.-Ing. (FH) Glenn Methner**

## Contact:

**Dipl.-Ing. Holger Pless**  
holger.pless@imms.de



# AMBIENT LIGHT SENSOR - SCHALTKREIS-ENTWICKLUNG VON DER IDEE BIS ZUM SAMPLE

Mit dem Ambient Light Sensor D3010A ist ein innovativer Schaltkreis entstanden, der zugleich zeigt, wie Schaltkreisentwicklungen von der Idee bis zum Sample im IMMS umgesetzt werden. Der Ambient Light Sensor (ALS) ermöglicht es, wie in der Abbildung 1 dargestellt, die Helligkeit des Umgebungslichtes nach dem Empfinden des menschlichen Auges zu detektieren und zu bewerten. Diese Bewertung erfolgt über eine Schwellwertkontrolle, wobei der ALS als Ausgangssignal die Information „dunkles“ oder „helles“ Umgebungslicht zur Verfügung stellt.

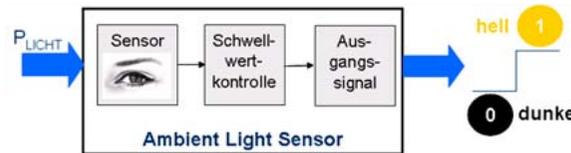


Abbildung 1: Funktionsweise des Ambient Light Sensor D3010A

Der ALS D3010A ist aufgrund seines geringen Leistungsbedarfs von 40  $\mu$ W (Betriebsspannung: 2,0 V), welcher durch den Modus Sleep auf unter 5 nW reduziert werden kann, sowie seiner geringen Chipfläche (ohne Ritzgraben) von 0,64 mm<sup>2</sup> ideal geeignet für mobile Anwendungen. Zudem sind bisher extern benötigte Bauelemente zur Festlegung der Schwellen bereits integriert.

## Vielzahl an Anwendungen

Der Ambient Light Sensor findet seine Anwendung überall dort, wo Sichtverhältnisse an das menschliche Auge angepasst werden müssen. In Abbildung 2 sind exemplarisch ein Laptop und Mobiltelefon zu sehen. Bei solchen Produkten ist das Kontrastverhältnis der Displays abhängig von dem Umgebungslicht.

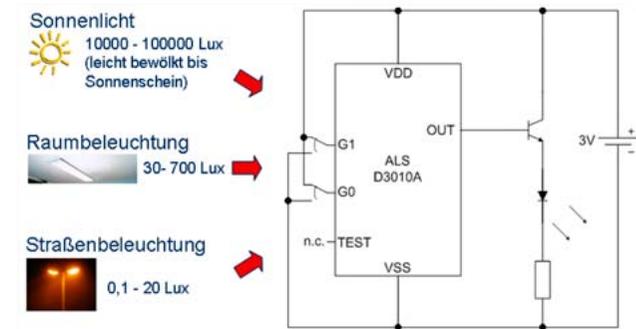


Abbildung 2: Anwendung des ALS D3010A

Ist der ALS im Handy oder Laptop integriert, so kann das Umgebungslicht mit der Empfindlichkeit des menschlichen Auges erfasst und durch die Schwellwertkontrolle bewertet werden. Mit der vom ALS ausgegebenen Information „dunkles“ oder „helles“ Umgebungslicht ist es möglich eine Hintergrundbeleuchtung für optimale Kontrastverhältnisse ein- und

auszuschalten sowie dabei den Energiebedarf des Displays zu reduzieren.

Des Weiteren ist der Einsatz in der SMART-Sensorik denkbar. Im Vergleich zu anderen Herstellern bietet der ALS D3010A die Möglichkeit das Umgebungslicht zu bewerten und dabei nur einen geringen Leistungsbedarf abzufordern. Die geringe Chipfläche führt zur Kostenersparnis bei der Produktion. Der Endkunde profitiert bei Einsatz eines ALS in vielerlei Hinsicht. Mobile Anwendungen können z. B. mit einer Akkuladung, durch das Abschalten nicht benötigter Hintergrundbeleuchtungen, deutlich länger genutzt werden.

## Technische Umsetzung der Schaltungsentwicklung

In der Abbildung 3 ist der schematische Aufbau des ALS dargestellt. Mit G1 und G0 kann zwischen drei Schwellwerten und dem Modus Sleep gewählt werden. Die drei Schwellwerte entsprechen unterschiedlichen Hellempfindlichkeiten des menschlichen Auges und werden durch eine veränderbare Strombank umgesetzt. Der nachfolgende Schmitt-Trigger dient zur Erzeugung steilerer Schaltflanken sowie der Unterdrückung von durch Rauscheffekte hervorgerufenen Schaltvorgängen. Hiernach wer-

den Störeinflüsse, welche durch die Netzfrequenz von künstlichen Beleuchtungen hervorgerufen werden, mittels eines Filters unterdrückt. Am Ausgang OUT wird bei Lichtverhältnissen oberhalb des Schwellwertes ein High-Signal (helles Umgebungslicht) und bei Lichtverhältnissen unterhalb des Schwellwertes ein Low-Signal (dunkles Umgebungslicht) ausgegeben.

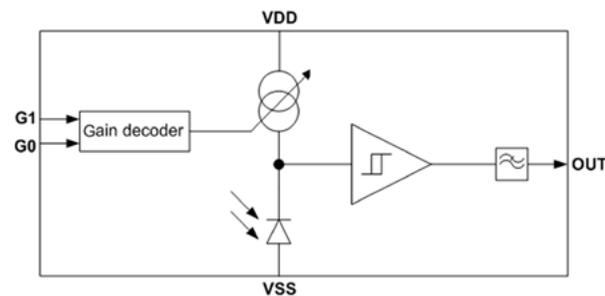


Abbildung 3: Blockschaltbild des ALS D3010A

Die spektrale Empfindlichkeit des im ALS befindlichen Sensors ist dem menschlichen Auge angepasst und hat dementsprechend seine maximale Empfindlichkeit, wie in Abbildung 4 zu sehen, bei etwa der Wellenlänge 555 nm.

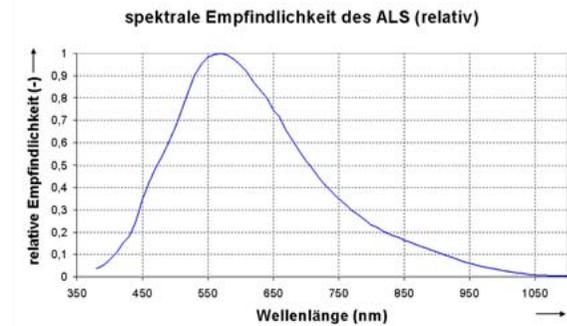


Abbildung 4: Spektrale Empfindlichkeit des ALS D3010A

Quelle: X-FAB Semiconductor Foundries AG

Der Schaltkreis ist für eine Betriebsspannung von 2,0 V bis 3,6 V ausgelegt und hat im Modus Sleep eine Stromaufnahme von unter 1 nA. Die Chipfläche (ohne Ritzgraben) des entstandenen Samples beträgt, unter Verwendung des Prozesses XH035 der X-FAB Semiconductor Foundries AG, 0,8 mm x 0,8 mm und ist zum Größenvergleich in der nachfolgenden Abbildung einer Münze gegenüber gestellt.

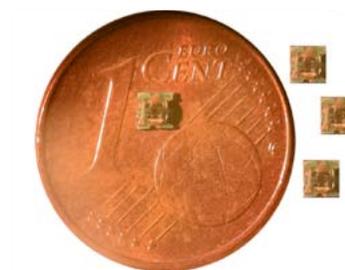


Abbildung 5: Sample im Vergleich mit einer 1-Cent-Münze



© Thorsten Freyer / Pixelio

## Von der Idee zum Sample

Die Entwicklung eines Samples setzt die Umsetzung der Prozesse Ideenfindung, elektrisches Design, physikalisches Design (Layout), Wafer-Fertigung, Packaging sowie Samples voraus. Der Prozessablauf und die Kompetenzen des IMMS in den jeweiligen Prozessen sind in der Abbildung 6 zu sehen.

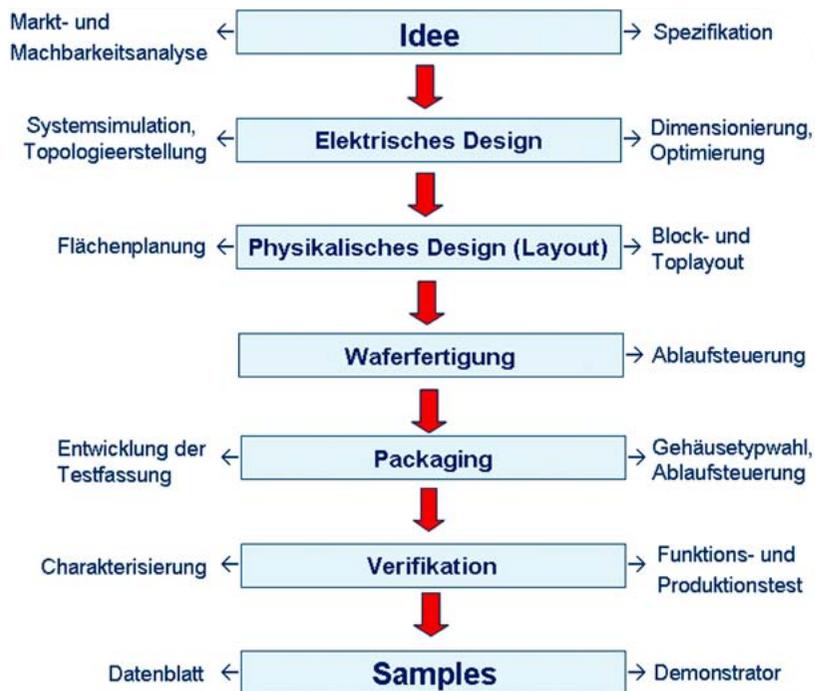


Abbildung 6: Kompetenzen des IMMS innerhalb des Flows

Ausgehend von der Markt- und Machbarkeitsanalyse wird in dem ersten Prozess, der Idee, eine Spezifikation generiert. Dem folgt im „elektrischen Design“ eine Systemsimulation, wodurch eine optimale Systemarchitektur ausgewählt bzw. frühzeitig etwaige Schwachpunkte erkannt werden. Hieraus resultiert eine manuelle Dimensionierung sowie Optimierung mittels neuester EDA-Methodiken. Sowohl im elektrischen

wie auch im physikalischen Design bietet das IMMS das komplette Portfolio. Flächenplanung, Block- und Toplevelout im physikalischen Design werden ebenfalls durch neueste Methodiken wie „Floorplanner“ und „Autorouter“ unterstützt. Bei der Wafer-Fertigung und dem Packaging kooperieren wir mit unseren Partnern, wobei die Ablaufsteuerung durch das IMMS realisiert wird. Die im Prozess „Packaging“ notwendige Gehäusetyppwahl sowie die Entwicklung der Testfassung erfolgen ebenfalls durch das IMMS. Die darauf folgende Verifikation übernimmt die IMMS-Messtechnik, die auf über 120 qm Laborfläche Charakterisierung, Funktions- sowie

Produktionstest ausführt. Darüber hinaus sind Fehleranalysen und Alterungstests möglich. Zum getesteten Sample stellt das IMMS auf Wunsch ein Datenblatt und Demonstratoren bereit.

## Zusammenfassung

Die korrekte Funktion der Samples wurde durch die interne Messtechnik nachgewiesen, womit das IMMS über einen innovativen Ambient Light Sensor verfügt. Der Sensor zeichnet sich neben der leistungsarmen und flächensparenden Bauweise auch durch die integrierten Schaltschwellen aus. Insbesondere der energiearme Entwurf bietet zukünftigen Weiterentwicklungen die Möglichkeit, ein Energy-Harvesting-System zu integrieren. Ein energieautark funktionierender ALS würde die Anwendungsmöglichkeiten und Einsatzgebiete sicherlich vielfältiger gestalten.

Damit ist auch der ALS ein Beispiel dafür, dass ein Chipentwurf am IMMS – wie es ein Kunde auch erwarten darf – von der Idee bis hin zum Sample unter Einsatz modernster Entwurfsmethodik realisiert werden kann.

Förderprojekt: "Modellierung und Optimierung von Fotodioden und DVD-Front-End-Verstärkerschaltungen"

Kurztitel: TAB DVD Fotodiode  
Förderkennzeichen 2006VF0046

### Autor:

**Dipl.-Ing. (FH) Glenn Methner**

### Kontakt:

**Dipl.-Ing. Holger Pless**  
holger.pless@imms.de

