

ASIC Development and Test for a Retinal Implant

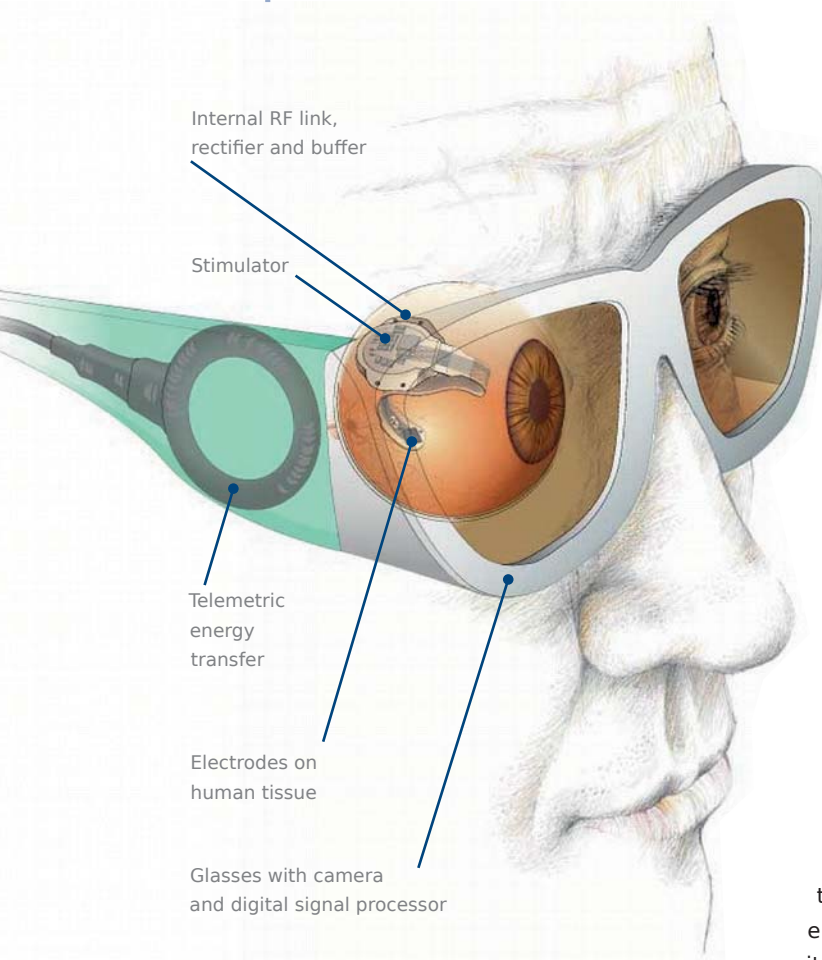


Figure 1: Principle of the intelligent optical aid, Sources: www.imidevices.com, Ortmanns JSSC 07

A dream could come true: to make the blind see again. A vital IMMS contribution to this is the development of an ASIC¹ used in an intraocular implant. Based on the circuit specification of our research partner IMI Intelligent Medical Implants GmbH, the institute designed and tested within minimum time. At present, it is further developed to extend the range of functions.

This intelligent optical aid helps patients with retinal degeneration to partially see again. This is allowed by a modular system consisting of three main components: Visual Interface, Pocket Pro-

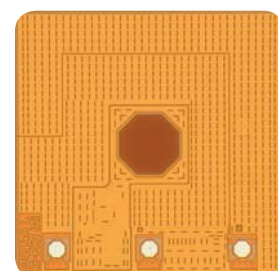
cessor and Retina Stimulator. A camera integrated into spectacles records images of the environment, which are transferred by a processor into stimulation signals for the optical nerve. An optical interface, reaching from the spectacles via the pupil into the inner part of the eyeball, transfers the information to the Retina Stimulator. There, the data is handed over to the optical nerve. This way, the patient can learn to recognize structures in his environment.²

The ASIC developed at the institute is implanted into the inner eyeball and translates the incoming information from the optical interface into a current signal which is transferred to the stimulator ASIC. Essential elements for implementing this functionality are the photodiode, a rectifier for energy supply, the control circuit for signal detection and the output driver.

For this, the photo diode is the sensor element transferring the incoming optical signal into an electrical data stream. The following control circuit recognizes, whether the data stream is a parasitary or system relevant signal. Depending on this, the output driver is activated or remains in passive mode. In a human body, the energy supply for circuits cannot be realised by a DC voltage. Therefore, IMMS has developed an energy supply for the ASIC using AC voltage. It is transformed by the rectifier into an internal DC voltage exclusively used in the hermetically sealed circuit.

Figure 2: ASIC with photodiode in the center.

Source: IMMS



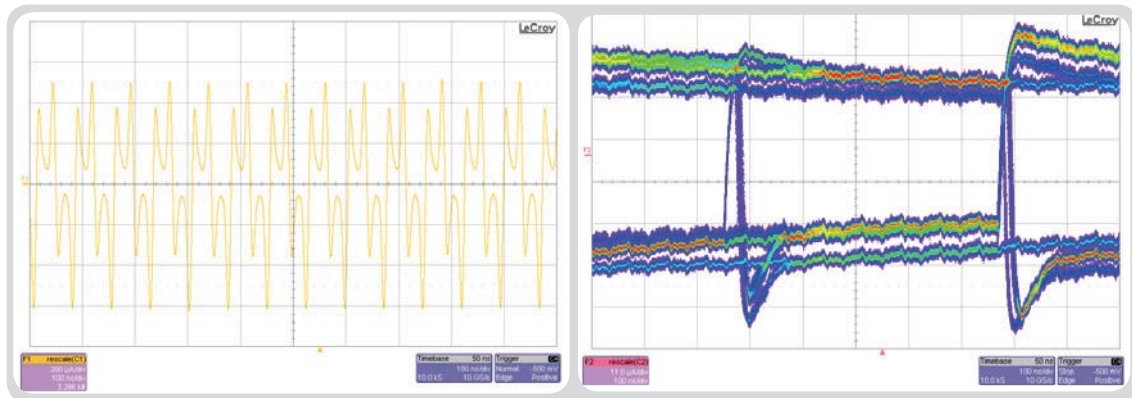


Figure 3: According the supply current (top) and the eye diagram of the output current (bottom), it is verified that the transmission reliability of the data transfer between spectacles and Retina Stimulator is ensured. Source: IMMS.

After design and circuit production, the institute in realtime verifies the functionality of the system by testing it with its wafer prober. For this, circuits on the wafer are tested using probe needles. Also the wafer test for the ASIC is carried out by IMMS. Here, we focus on the characteristics of the output signal, but at first a defined input signal is vital. The setup of the wafer measuring station for opto-electrical tests allows the input of an optical data signal through a microscope. Here, the signal can be influenced in its intensity as well as in its position. This allows the use of an optical input signal with known size, performance and position.

The parameters of the output signal are derived from an eye diagram, especially jitter, pulse width and output current are evaluated using histograms. Here, the focus is on identifying detection errors.

In contrast to standard circuits with DC voltage power supply, the ASIC has to be supplied with a defined AC voltage with a frequency of 13.56 MHz. For this reason, the evaluation of the supply current cannot be realized using standard measurements. Therefore, IMMS has developed an especially adapted measuring method.

The ASIC specification considers a maximum value of the supply current. Measuring this parameter challenges the measuring setup, since the function of the circuit must remain uninfluenced by this. The use of an inductive current probe proved most suitable here. For this, a prober needle is put through

a ferrite ring recording the magnetic field of the supply current and transferring it into a secondary coil. Passing a resistor, the induced current I_C was transferred into a voltage representing the timing of the supply current. The histogram analysis then allows a statement on the RMS³ value of the current I_{AC} .

The functional reliability of the implant can for example be impaired by eye movements of the patient. Therefore, in a future redesign of the ASIC, the permitted voltage tolerance is extended by approx. 40%, and a monitoring of this supply voltage will be implemented. Further developments like this are designed to make the system more robust.

Contact:

Dipl.-Ing. Michael Meister
 michael.meister@imms.de

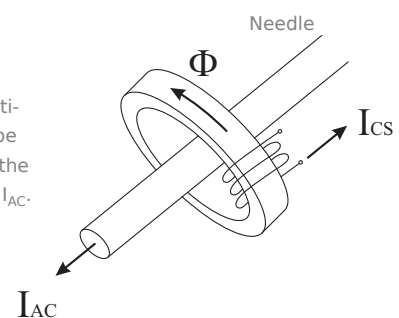


Figure 4: Inductive current probe for measuring the supply current I_{AC} . Source: IMMS

¹ ASIC - application specific integrated circuit

² Compare <http://www.imidevices.com/de/imi-retina-implantat-system.html>

³ RMS - root mean square

ASIC-Entwicklung und Test für ein Retina-Implantat

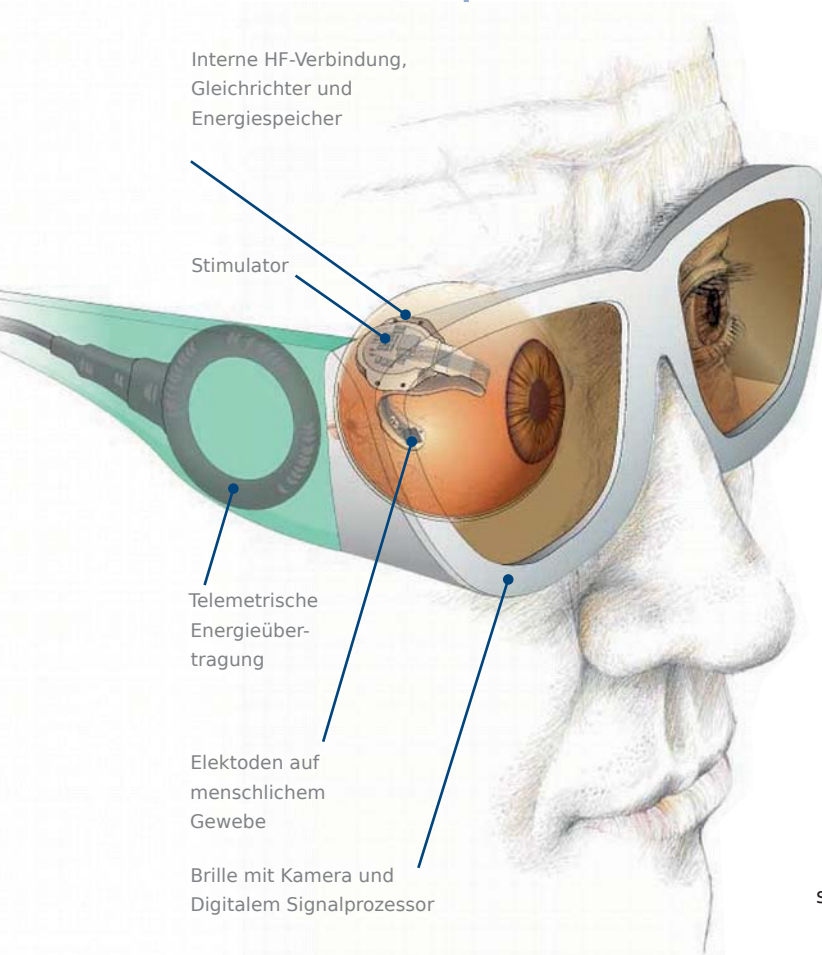


Abbildung 1:
Prinzipdarstellung der intelligenten Sehhilfe,
Quelle: www.imidevices.com

Der Traum blinden Menschen das Sehen zu ermöglichen, könnte wahr werden. Ein hierfür wichtiger Beitrag des IMMS ist die Entwicklung eines ASIC¹, der in einem intraokularen Implantat verwendet wird. Auf Basis der Schaltungsspezifikation des Forschungspartners IMI Intelligent Medical Implants GmbH realisierte das Institut das Design und den Test in kürzester Zeit. Momentan ist eine Weiterentwicklung in Arbeit, die den Funktionsumfang erweitern wird.

Die intelligente Sehhilfe soll Patienten mit retinalen Degenerationserkrankungen zu einer eingeschränkten Sehvermögen verhelfen. Möglich

wird dies durch ein modulares System, das aus den drei Hauptkomponenten Visual Interface, Pocket Prozessor und Retina² Stimulator besteht. Eine in eine Brille integrierte Kamera nimmt Bilder der Umgebung auf, die im Prozessor zu Stimulationssignalen für den Sehnerv umgewandelt werden. Eine optische Schnittstelle, die von der Brille über die Pupille bis in das Innere des Augapfels reicht, überträgt die Informationen zum Retina Stimulator. Dort werden die Daten an den Sehnerv übergeben. Der Patient kann lernen, damit Konturen seiner Umwelt wahrzunehmen³. Der am Institut entwickelte ASIC wird im Inneren des Augapfels eingesetzt und wandelt die über die optische Schnittstelle eintreffenden Informationen in ein Stromsignal, das an den Stimulator-ASIC weitergegeben wird. Wesentliche Elemente zur Umsetzung dieser Funktionalität sind dabei die Fotodiode, der Gleichrichter zur Energieversorgung, der Regelkreis zur Signaldetektion und der Ausgangstreiber.

Die Fotodiode ist dabei das Sensorelement, dass das einfallende optische Datensignal in einen elektrischen Datenstrom wandelt. Der nachgeschaltete Regelkreis erkennt, ob es sich bei der Datenfolge um ein parasitäres oder systemrelevantes Signal handelt. Davon abhängig wird der Ausgangstreiber aktiviert oder verbleibt im passiven Modus. Im menschlichen Körper können nicht die für Schaltkreise notwendigen Gleichspannungen zur Energieversorgung verwendet werden. Daher

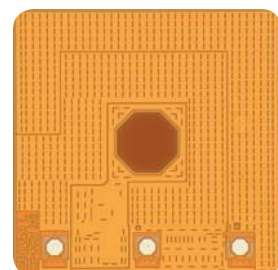
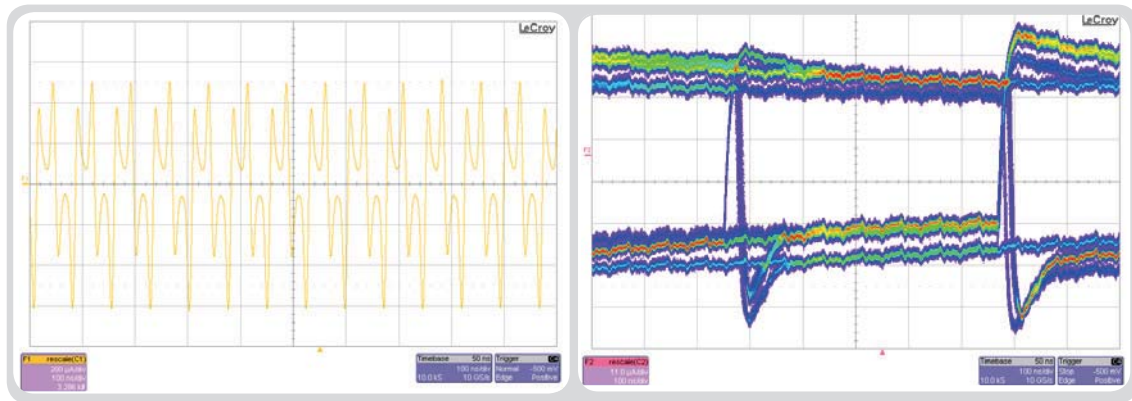


Abbildung 2:
Chipfoto des ASIC
mit der Fotodiode
im Zentrum
Quelle: IMMS



hat das IMMS die Energieversorgung des ASIC mit Hilfe einer Wechselspannung realisiert. Diese wird im Gleichrichter zu einer internen Gleichspannung gewandelt, die ausschließlich im hermetisierten Schaltkreis Verwendung findet.

Nach Design und Schaltungsherstellung verifiziert das Institut zeitnah die Funktionalität durch Tests an seinem Waferprober. Dabei liegen die Schaltkreise im Waferverbund vor und werden über Sondennadeln kontaktiert. Den Wafertest des ASIC nimmt ebenfalls das IMMS vor. Der Fokus liegt hierbei auf der Charakteristik des Ausgangssignals, doch maßgebend ist zunächst ein definiertes Eingangssignal. Der Aufbau des Wafermessplatzes zum opto-elektrischen Test ermöglicht die Einspeisung eines optischen Datensignals durch ein Mikroskop. Dabei kann das Signal sowohl in seiner Intensität als auch in seiner Positionierung beeinflusst werden. Diese Möglichkeit erlaubt den Einsatz eines in Größe, Leistung und Position bekannten optischen Eingangssignals.

Die Parameter des Ausgangssignals werden aus dem Augendiagramm gewonnen und insbesondere Jitter, Pulsbreite und Ausgangsstromstärke mit Hilfe von Histogrammen bewertet. Die Erkennung von Detektionsfehlern steht dabei im Vordergrund. Im Gegensatz zu Standardschaltkreisen, die über eine Gleichspannungsversorgung verfügen, muss der ASIC mit einer definierten Wechselspannung bei 13,56 MHz versorgt werden. Aus diesem Grund ist die Bewertung des Versorgungsstroms nicht mit Standardmesstechnik realisierbar. Daher hat das IMMS eine speziell angepasste Messmethode entwickelt. Die Spezifikation des ASIC berücksichtigt einen Maximalwert des Versorgungsstroms. Die Messung dieses Parameters stellt einige Anforderun-

Abbildung 3: Anhand des Versorgungsstroms (links) und des Augendiagramms des Ausgangssignals (rechts) wird verifiziert, dass die Übertragungssicherheit für den Datentransfer zwischen Brille und Retina-Stimulator gegeben ist. Quelle: IMMS.

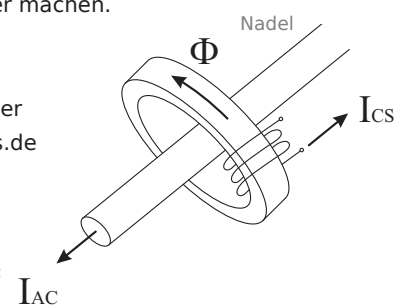
gen an den Messaufbau, da dabei die Schaltkreisfunktion unbeeinflusst bleiben muss. Der Einsatz eines induktiven Stromfühlers erweist sich hierfür am geeignetsten. Dazu wurde die entsprechende Sondennadel durch einen Ferrit-Ring geführt, der das Magnetfeld des Versorgungsstroms aufnimmt und in eine Sekundärwicklung übertrug. Der dabei induzierte Strom I_{CS} wurde durch einen Widerstand in eine Spannung überführt, die den zeitlichen Verlauf des Versorgungsstroms wiedergibt. Die Analyse des Oszillogramms erlaubt dann eine Aussage über den RMS⁴-Wert des Stromes I_{AC} .

Die Funktionssicherheit des Implantats kann beispielsweise durch Augenbewegungen des Patienten beeinträchtigt werden. Im Redesign des ASIC wird deshalb künftig der zulässige Betriebsspannungsbereich um ca. 40% erweitert und eine Überwachung der Versorgungsspannung implementiert sein. Weiterentwicklungen wie diese sollen das System robuster machen.

Kontakt:

Dipl.-Ing. Michael Meister
 michael.meister@imms.de

Abbildung 4: Induktiver Stromfühler zur Messung des Versorgungsstroms I_{AC} ; Quelle: IMMS



¹ ASIC - Application Specific Integrated Circuit

² Retina - Netzhaut

³ vgl. <http://www.imidevices.com/de/imi-retina-implantat-system.html>

⁴ RMS - root mean square