

Miniaturisierte, intelligente, optische Drehwinkelsensoren.

Die Miniaturisierung von Sensoren macht auch bei optischen Drehwinkelsensoren nicht Halt. Darüber hinaus sollen immer mehr Messgrößen gleichzeitig und auf engstem Raum erfasst und zusätzliche Funktionalitäten und Analysen in Sensoren integriert werden.

In der Gruppe Sensoren+Aktoren bei Hahn-Schickard am Standort Stuttgart wurde im IGF-Vorhaben X-MIND (17898 N) ein Konzept für einen miniaturisierten, absolut kodierten, optischen Drehwinkelsensor mit einer Auflösung von 10 Bit, das entspricht 1024 einzelnen Winkelpositionen, entwickelt und zusammen mit dem IMS CHIPS erfolgreich umgesetzt.

Eine Winkelscheibe aus Kunststoff ist an einer rotierenden Welle befestigt. Der einfallende Strahl einer Laserdiode wird von einer Linse aus Kunststoff fokussiert. Beide Elemente befinden sich, dank hybrider Aufbau- und Verbindungstechnik, direkt auf einem Opto-ASIC. Der fokussierte Lichtstrahl wird an einer speziell ausgestalteten Beugungsstruktur in der Winkelscheibe, einem Blazegitter, reflektiert, so dass auf dem Opto-ASIC zwei um die Laserdiode kreisende Lichtpunkte von unterschiedlicher Intensität entstehen. Auf dem Opto-ASIC befinden sich Fotodioden, sodass die Position der rotierenden Lichtpunkte detektiert werden kann.

Der Opto-ASIC selbst ist direkt auf einer Leiterplatte montiert. Die Winkelscheibe ist im Spritzguss kostengünstig und in großen Stückzahlen herstellbar. Die Kunststofflinse wurde zunächst aus Kunststoff mittels Ultrapräzisionsbearbeitung aus Kunststoff gedreht. Für das Opto-ASIC wurden zwei Konzepte verfolgt, eines mit 1024 einzelnen Fotodioden, die im Kreis angeordnet sind sowie eine differentielle Graycode-Variante. Beide Varianten konnten erfolgreich erprobt werden.

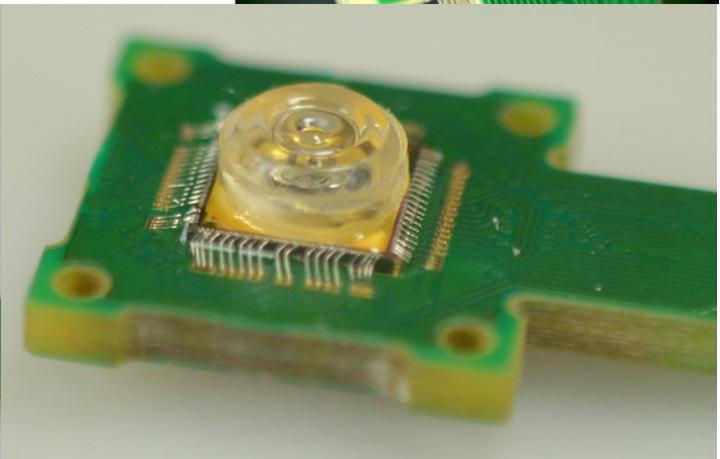
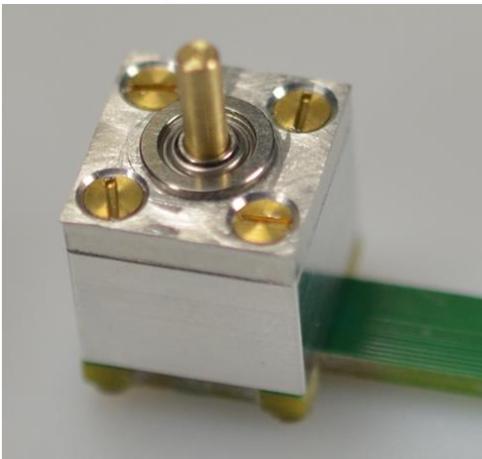
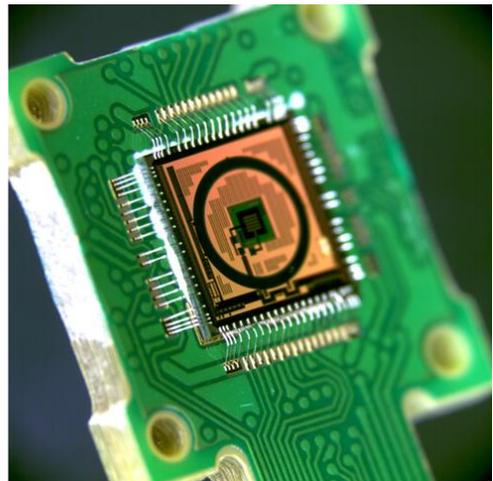
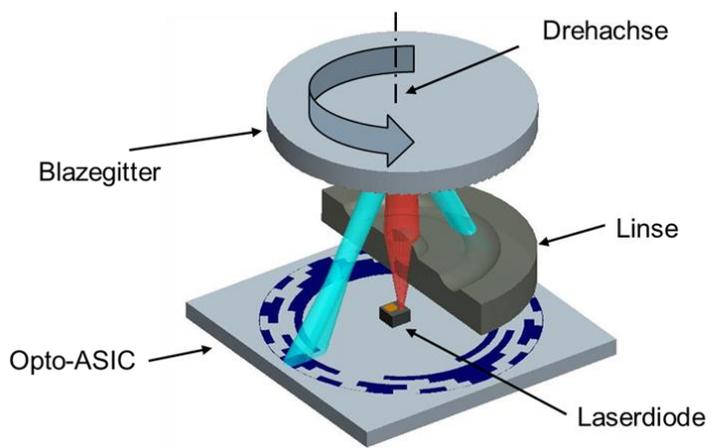
Im IGF-Vorhaben InoSens (20944 N) wurde dieses grundlegende Funktionsprinzip wieder aufgegriffen und erweitert. Hierfür wurde die 10 bit Graycode-Variante weiterverfolgt und um zusätzliche inkrementelle Spuren erweitert, sodass neben der absoluten Kodierung von 10 bit zusätzlich noch eine Interpolation mit 5 bit zur Verfügung steht. Damit sind Positionsaufösungen von bis zu 15 bit realisierbar. Der Opto-ASIC hat Abmessungen von 4,8 mm x 4,8 mm und wird bei der XFab gefertigt. Die Linse ist nun ebenfalls im Spritzguss kostengünstig und somit in skalierbaren Stückzahlen hergestellt. Die Linse wird mit Hilfe von Active Alignment während des Aufbaus hochgenau auf den Chip montiert.

Als weitere Besonderheit verfügt der neue Drehwinkelsensor über zusätzliche Sensorik und intelligente Funktionen. So befinden sich auf der Rückseite der Leiterplatte ein leistungsfähiger Mikrocontroller und ein Beschleunigungssensor mit 6 Freiheitsgraden. Mit an Bord ist auch ein Temperatursensor. Gleichzeitig wird der Strom durch die Laserdiode geregelt und überwacht. Der Mikrocontroller kann vom Anwender frei programmiert werden und erlaubt zahlreiche Analysen, das Bereitstellen von Zusatzinformationen wie Drehzahlen oder eine Beschleunigungsüberwachung sowie eine Langzeitspeicherung von Alterungsdaten. Damit ist erstmals auch ein Condition Monitoring mit diesem nur 1 cm³ großen Sensor möglich. Die Kommunikation mit dem Sensor erfolgt via SPI.

Um den möglichen Einsatzbereich des Drehwinkelsensors zu erweitern, wurde bei der Auswahl der Komponenten speziell auf deren Temperaturbeständigkeit geachtet. Das Konzept bietet außerdem den Vorteil einer äußerst einfachen Montagetechnik. So ist der Drehwinkelsensor beispielsweise unempfindlich gegenüber einer Exzentrizität der Sensorwelle. In Verbindung mit den intelligenten Funktionen, dem erhöhten Temperaturbereich und dem Aufbau aus wenigen, kostengünstigen optischen Komponenten bietet er als Low-Cost Drehwinkelsensor mit Drehzahlen bis 12.000 U/min das Potenzial, völlig neue Anwendungen z.B. in der Medizintechnik oder auch im Konsumerbereich zu erschließen.

Autor: Dipl.-Ing. André Bülau

Kontakt: Dr.-Ing. Jonathan Seybold, Hahn-Schickard, Stuttgart und Alexander Frank, IMS Chips



© Hahn-Schickard, miniaturisierter, intelligenter, optischer Drehwinkelsensor