

Jochen Bardong, Alfred Binder

CTR Carinthian Tech Research AG, 9524 Villach/St. Magdalen

## Einleitung

Surface Acoustic Waves (SAW, akustische Oberflächenwellen) sind ein piezoelektrisches Phänomen, das z.B. in Frequenzfiltern in großen Stückzahlen Anwendung findet. Die Technologie eignet sich allerdings aus einer Reihe von Gründen auch hervorragend für den Bau innovativer Sensoren:

- verschiedene physikalische Parameter detektierbar
- Funktion bis zur Zersetzungstemperatur der eingesetzten Materialien **Gebrauchstemperaturen bis  $\geq 500^\circ\text{C}$  möglich**
- vollständig passive Bauelemente, besonders geeignet für **Langzeit-Dauereinsatz**
- fernabfragbar
- Kombination von Sensor mit **individuelle ID-Kennung** möglich
- signalverzögernde Eigenschaften der Oberflächenwellen erlauben präzise **Messung schwacher Transpondersignale**

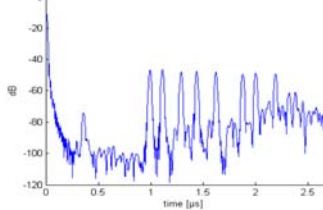
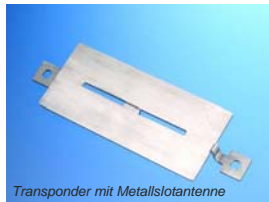
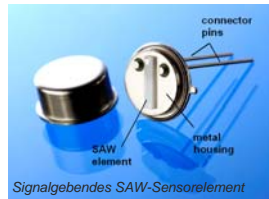
## Systemdesign

### Anforderungen:

- Dauer-Einsatztemperaturen  $\geq 200^\circ\text{C}$
- Fernabfrage mittels RADAR-Technologie im ISM-Band bei 2.4 – 2.48 GHz
- Messung von Temperatur und/oder ID-Code
- $\geq 10^4$  unterschiedliche Codierungen möglich
- kompaktes, prozessstaugliches Lesegerät, das Sensormesswerte und ID-Code berechnet und über eine geeignete (Prozess-)Schnittstelle ausgibt

### Transponder

- Substrat: YZ - Lithiumniobat ( $\text{LiNbO}_3$ ) mit Ti/Al-Mehrschichtmetallisierung
- applikationsabhängige reflektive Verzögerungsleitungen mit 3 – 9 Reflektoren
- Gehäuse: standardmäßig TO39; Antenne: applikationsabhängig



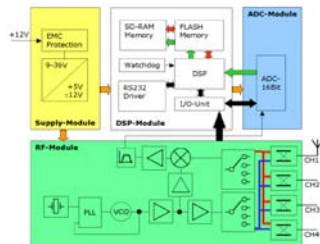
Impulsantwort eines Temperatursensors mit  $10^4$  möglichen Codierungen

### Lesegerät

- FSCW – RADAR im Bereich 2.4 – 2.4835 GHz
- Schnittstelle zum PC (RS232 oder LAN)
- PC-Software (stand-alone oder OEM) zur Anzeige der Signale und Steuerung des Lesegerätes



Komplettsystem mit LAN-Schnittstelle



Blockschaltbild des Lesegeräts

## Ergebnisse

- ein kombiniertes RF-ID & Sensorsystem auf Basis der Oberflächenwellentechnologie wurde entwickelt und erfolgreich getestet
- Transponderbetrieb bei bis zu  $300^\circ\text{C}$  Dauerbelastung,  $400^\circ\text{C}$  kurzzeitig
- hohe Resistenz gegen Strahlung
- Spezielles Lesegerät fragt den Transponder ab und berechnet abhängig vom Transpondertyp den / die Sensormesswerte, den ID-Code oder beides

## Systemtests

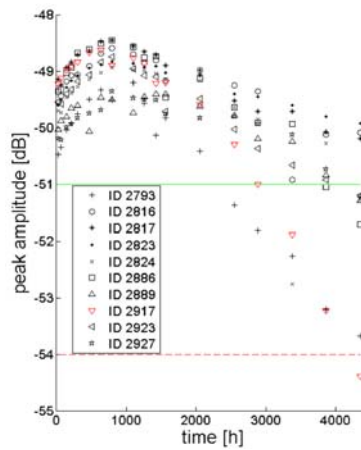
### Testumgebungen:

- Dauertest bei  $300^\circ\text{C}$
- Zyklustests RT  $\leftrightarrow$   $300^\circ\text{C}$
- Hochdosis- $\gamma$ -Strahlenbelastungstests
- Reichweitentests mit verschiedenen Antennen auf Lesegeräte Seite

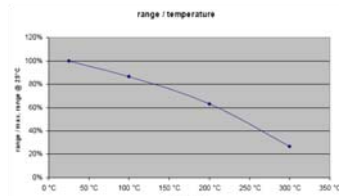
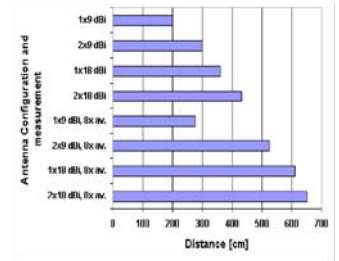
### Ergebnisse:

- Lebensdauer beim Dauertest:  $\geq 6$  Monate
- Lebensdauer beim Zyklustest:  $\geq 6$  Monate
- kein Schaden bei Strahlendosen  $> 100$  kGy
- typische Reichweiten bei Fernabfrage:
  - Standardaufbau (9dBi-Antenne, ein Kanal, keine Mittelung): 2m
  - Aufbau mit 2x18dBi-Antennen, 8 Messungen gemittelt: 6,5 m

## Zyklus – und Reichweitentests



Verlauf des schwächsten Impulsmaximums während des Zyklustests



Reichweitentest (oben) und Abhängigkeit der Reichweite v.d. Temperatur (unten)

## Beispielapplikation

### Taggen von Schlackenbehältern

Anwendung: Identifizierung und Überwachung von Schlackebehältern im Stahlwerk  
 Ansprüche: Anbringung außen am Schlackebehälter, starke Stoßbelastungen, Temperaturen bis  $350^\circ\text{C}$  ausgesetzt

Ergebnis: die Transponder überstanden monatelangen Einsatz ohne Funktionsverlust



Schlackebehälter



SAW-Transponder im Einsatz am Behälter

## Ausblick

- Erweiterung der Einsatztemperatur bis  $> 600^\circ\text{C}$
- Entwicklung eines schnellen FMCW-RADARS
- Handheld-Version des Lesegerätes mit integrierter Antenne
- Erweiterung des Coderaum auf  $> 10^8$  Codes
- Antikollisionsalgorithmen zur gleichzeitigen Erfassung mehrerer SAW-Transponder