



# Design requirements for medical sensor systems

*<sup>1</sup>Andreas Scade, <sup>2</sup>Andreas Laute, <sup>1</sup>Eberhard Fügert  
<sup>1</sup> Anvo-Systems-Dresden GmbH, Dresden,  
<sup>2</sup> Melexis GmbH, Erfurt*

## Abstrakt

Mikroelektronische Systeme dringen immer tiefer auch in die Medizintechnik zur Verbesserung der Lebensqualität des Menschen und zur Überwachung einer Vielzahl medizinischer Funktionen ein. Neben externen Mikrosystemen wie Hearing Aids erhalten insbesondere Systeme, die implantiert werden sollen, eine wachsende Bedeutung. Außerdem gewinnt die Flexibilisierung durch Programmierbarkeit dieser Systeme immer größere Bedeutung. Diese Forderung erzwingt auch bei Mikrosystemen für den medizinischen Einsatz die Nutzung nichtflüchtiger Speicher. Eine verbreitete Möglichkeit die notwendige Keimfreiheit und Sterilität bei diesen Systemen zu gewährleisten, wird durch Bestrahlung mit extrem hohen Strahlungs Dosen von Gamma Strahlung erreicht. Hierbei kommt Strahlung von Cobalt-60 Isotopen mit einer Dosis von 25 bis 40 kGy zum Einsatz. Diese Strahlung führt neben der vollständigen Sterilisation auch zum Löschen der nichtflüchtigen Speicher, wie es in der Vergangenheit zum UV Löschen von EEPROMs genutzt wurde. Außerdem werden Schaltkreise, die mit diversen Halbleitertechnologien gefertigt werden irreversibel durch die hohe kumulative Strahlungsbelastung zerstört.

# Testobjekt

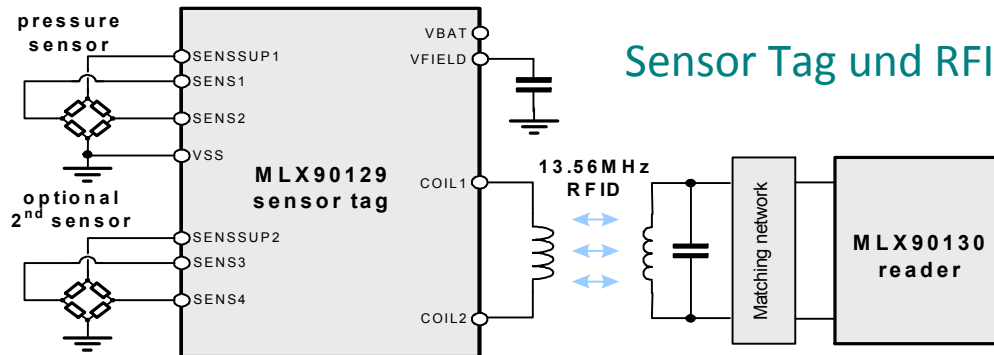
Im Rahmen eines Projektes zur Messung des Drucks von Flüssigkeiten in intravenösen Kathetern wird ein 13.56MHz RFID Sensor Tag von Melexis verwendet. In Kombination mit einem ebenfalls bei Melexis hergestellten Drucksensor kann auf diese Weise die genaue Menge der durch die Katheter-Pumpe laufende Flüssigkeit und damit z.B. die Dosierung des Medikaments gesteuert werden.

Der Melexis Sensor Tag MLX90129 verfügt über ein Front-End zur Anbindung von zwei differentiellen Bridge Sensoren. Damit können z.B. Druck-, Temperatur-, Luftfeuchtigkeit oder Lichtsensoren verwendet werden.

Weitere IC-Blöcke sind ein integrierter Temperatursensor, ein 13.56MHz RFID Front-End sowie ein EEPROM. Über die RFID-Schnittstelle ist es möglich, die Sensordaten mittels eines RFID Readers auszulesen. Hierfür kann der Melexis Chip MLX90130 verwendet werden. Dabei wird auch die Energie zur Versorgung des MLX90129 durch den RFID Reader bereitgestellt. Bei der Sterilisation in der Medizintechnik wird häufig Gamma-Strahlung verwendet. Dadurch ergeben sich sehr hohe Anforderungen an die Robustheit der verwendeten ICs.



# Testobjekt



Sensor Tag und RFID Reader

Typischerweise werden Speicher wie EEPROM oder NVRAM durch die Bestrahlung gelöscht. Alle anderen Baugruppen des ICs müssen jedoch funktionsfähig bleiben. Der Inhalt des Speichers kann nach erfolgter Sterilisation wieder mit einer zuvor gemachten Kopie des Speicherinhalts beschrieben werden. Hierbei hat sich gezeigt, dass die AP018 Technologie mit 180nm Strukturgröße deutlich robuster ist als z.B. ein Prozess mit 350nm Strukturweite.



Katheter-Pumpe



# Testobjekt

## AP018-Testchip (Anvo-Systems / IPMS):

Der Entwurf umfasst verschiedene Komponenten eines passiven Transponders. <sup>1)</sup>

Dazu gehören:

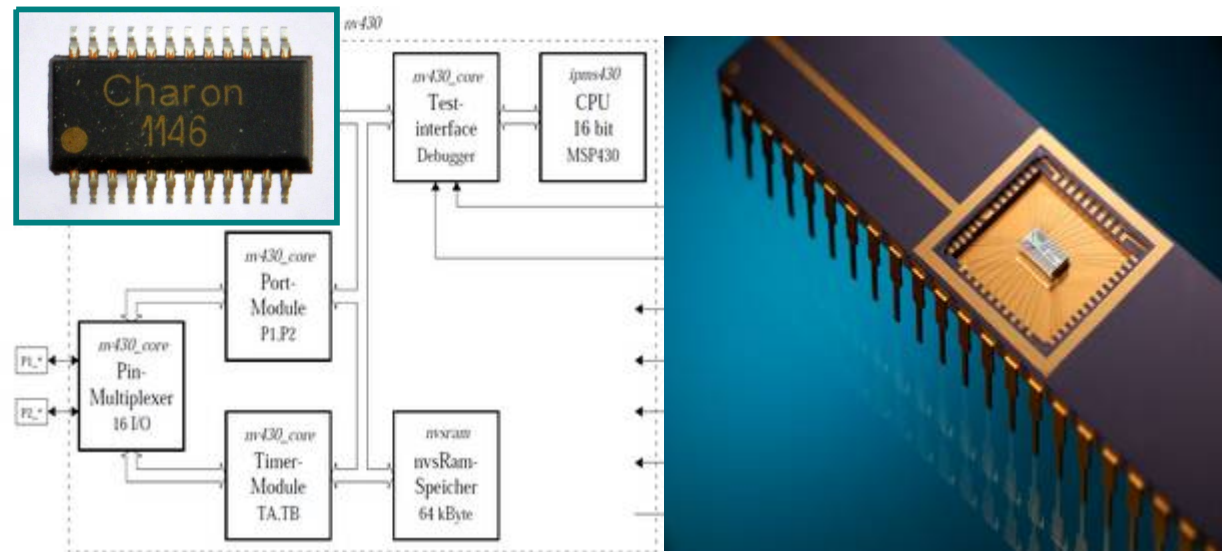
- 16-Bit Prozessorkern
- mit verschiedenen
- Peripheriebaugruppen
- 64 KByte nvsRAM =
- 64 KB SRAM +
- 64 KB EEPROM,
- 1 KB ROM)

Die Random-Logik

enthält ca. 14000

Standardzellen (Logikgatter + FFs).

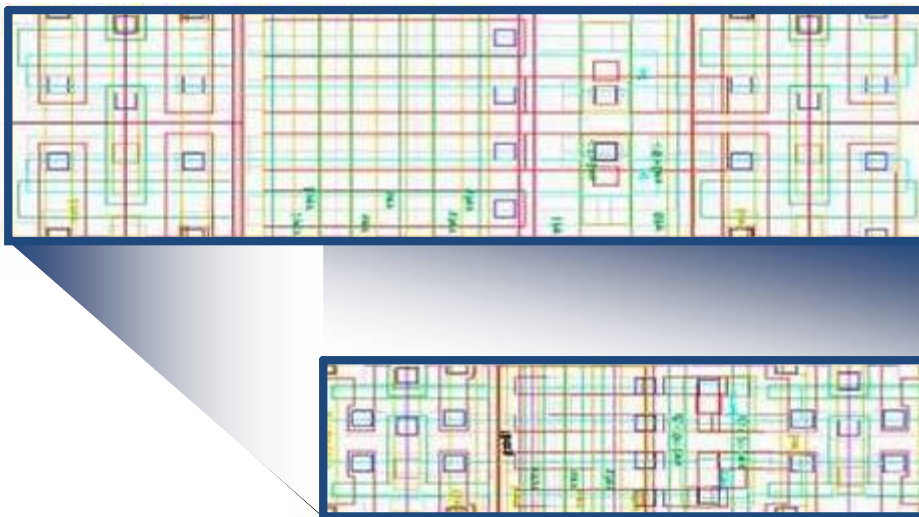
Das Chipdesign wurde mittels Top-down Entwurf per Floorplan und automatischen Place & Route realisiert.





## Prozess

Die AP018 ist ein von Anvo-Systems modifizierter Prozess der von X-FAB angebotenen XP018. Die AP018 schafft durch die Einführung bzw. die Modifikation von Implantationen im Bereich der Bitzelle die Voraussetzungen für eine Skalierung der Speicherzelle und damit die Nutzung der für 180nm Prozeßknoten üblichen Kanallängen in der Bitzelle. Die Bitzelle kann somit in der AP018 auf etwa 50% der Fläche reduziert werden, die im gleichen Prozessknoten ohne diese Änderungen möglich sind.



XP018 nvSRAM  
Bitzelle <sup>2)</sup>

AP018 nvSRAM  
Bitzelle <sup>2)</sup>



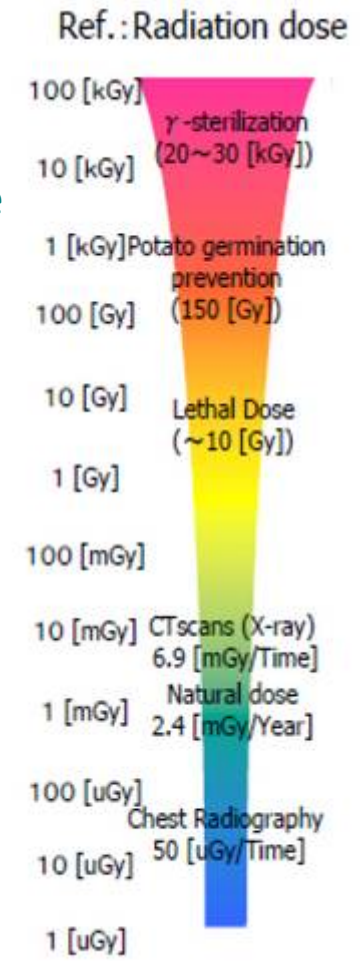


# AP018-Testchip-Ergebnisse

Es wurden 10 programmierte AP018 Chips in SSOP24 Gehäusen mit einer für medizinische Sterilisation üblichen Gammastrahlungsdosis belastet. Die Programmdateien waren nach der Bestrahlung nicht mehr nutzbar. Eine Wiederherstellung der Daten mittels des internen Programmiermoduls war erfolgreich. Eine „Nachjustierung“ der Programmierparameter führte in 9 von 10 Fällen zu voll funktionstüchtigen Chips.

Device	PM Prgrm	RAM Check	CPU Check	NV Chk db/aa	NV Chk c9/a7	I_sb [mA]
C1	pass	pass	pass	2	0..1	0,66
C2	pass	pass	pass	42...45	(1)	0,71
C3	pass	pass	pass	~140	6	0,72
C4	pass	pass	pass	24	1	0,71
C5	pass	pass	pass	37	pass	0,63
C6	pass	pass	pass	1	pass	0,69
C7	pass	pass	pass	pass	pass	0,69
C8	pass	pass	pass	pass	pass	0,66
C9	pass	pass	pass	3	0..1	0,66
C10	pass	pass	pass	1	pass	0,68

**Irradiated Dose (kGy)**  
Min. 34.3  
Max. 34.3

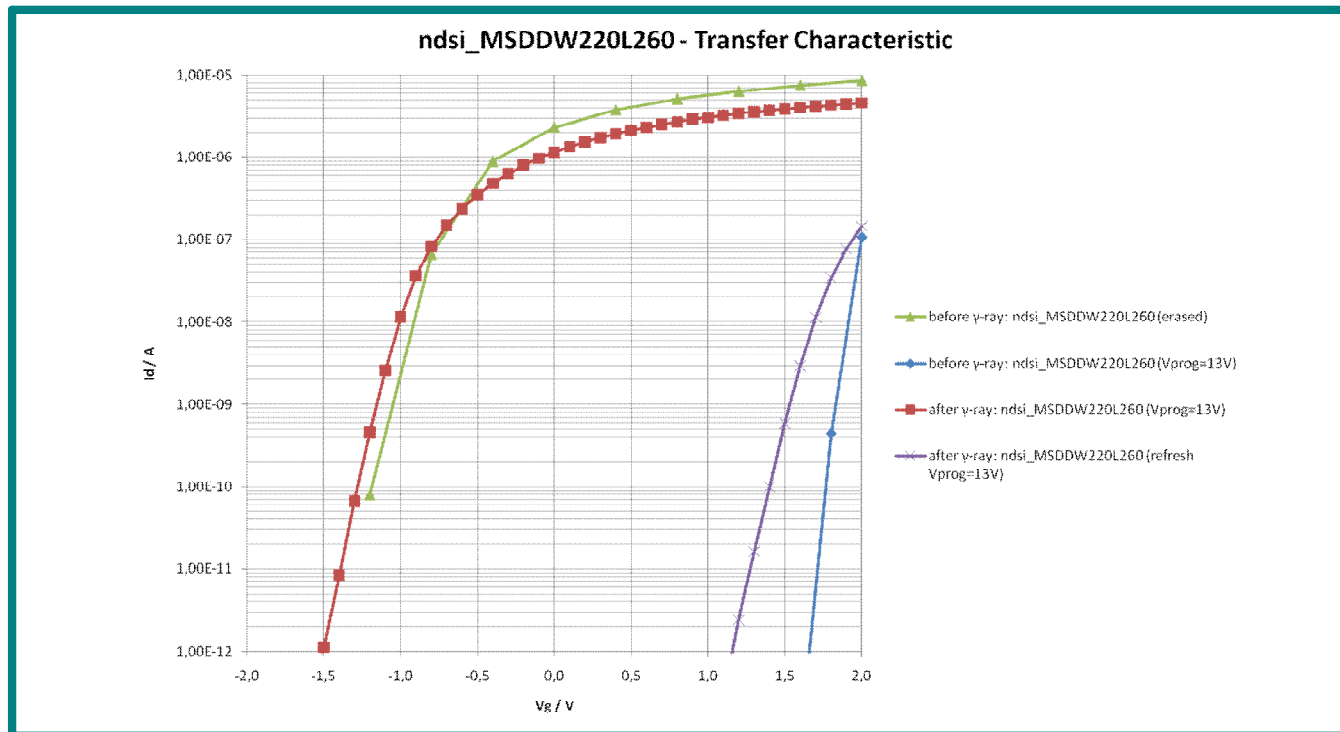




# AP018-PCM-Ergebnisse

SONOS transistor transfer characteristic is modified due to  $\gamma$ -Ray <sup>3)</sup>

- Threshold voltage decreases slightly
- Leakage current increases slightly
- Saturation current decreases slightly





## Resümee & Quellen

Im Poster wird aufgezeigt, dass der Anvo-Systems AP018 Halbleiterprozess, der bei XFAB gefertigt wird, voll funktionsfähiges Silizium liefert, bei dem die nichtflüchtigen Speicher zwar gelöscht werden, aber mit geringer Energie im Feld wieder programmiert werden können. Er ist somit geeignet für den Einsatz in Mikrosystemen, die in Implantaten der Medizintechnik Verwendung finden können.

1) Andreas Scade, Stefan Günther , Hagen Grätz, Hans-Jürgen Holland

### **Sophisticated nvSRAM based Transponder Architecture**

DASS, FhG EAS, Dresden 2010

2) A. SCADE, Anvo-Systems Dresden GmbH, Dresden

### **Nichtflüchtige SRAM-Speicher – eine innovative Lösung für verlustleistungsarme autonome Sensorsysteme**

10th LEIBNIZ CONFERENCE OF ADVANCED SCIENCE SENSORSYSTEME 2010

3) St. Buschbeck, Anvo-Systems Dresden GmbH, Dresden

### **Influence of $\gamma$ -Ray on single transistor structures (Anvo-Systems internal paper)**