

# Mikro-Energietechnik

## Thermoelektrischer Generator

Am HSG-IMIT werden thermoelektrische Generatoren entwickelt. Diese Generatoren nutzen eine zur Verfügung stehende Temperaturdifferenz mittels des Peltier-Effektes aus, um mit kleinsten thermischen Wärmeflüssen elektrische Energie zu gewinnen.

Drahtlose Sensorsysteme, die ferngesteuert physikalische Größen überwachen, erlangen zunehmende Bedeutung auf dem Sensormarkt. Aufgrund der Entsorgungproblematik von verbrauchten Batterien spielen immer mehr alternative Energiekonzepte eine Rolle.

Bereits im Jahr 1998 hatte das HSG-IMIT einen ersten Thermoelektrischen Generator (TEG) entwickelt, der eine zur Verfügung stehende Temperaturdifferenz in eine elektrische Spannung umwandelt. Als Materialpaarung für die Thermoelemente wurde dotiertes Silizium und Aluminium verwendet. Die dabei erzielte Leistungskonvertierung war allerdings zu gering, nichts desto trotz konnten mit den aufgebauten Mustern der Nachweis der Funktionstüchtigkeit erbracht werden.

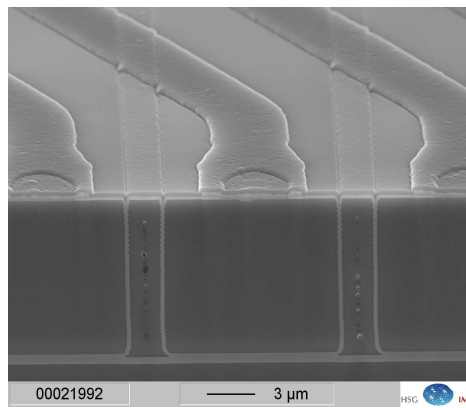
Im Jahr 2006 hat das HSG-IMIT die Entwicklung mit eigenen Mitteln wieder aufgenommen. Auf der Basis der SOI-Technologie wurde ein neues Layout des TEG-Moduls entwickelt und hergestellt. Die bis zu 1000 Si-Schenkel sind konzentrisch auf einer Membran angeordnet. Sie werden durch einen Trockenätzprozess separiert. Die Gruben zwischen den Schenkeln müssen mit einer Refill-Technik

### Merkmale

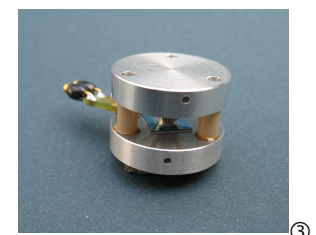
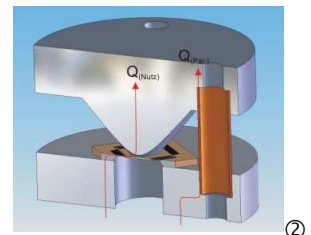
- Energiegewinnung aus Temperaturdifferenz
- Geringer Wärmefluss  $< 15 \text{ mW/K}$
- UTEG =  $400 \text{ mV/K}$
- PTEG =  $40 \text{ } \mu\text{W/40K}$

### Einsatzbeispiele

- Sensorik
- Kfz
- Gebäudeleittechnik



① REM: Querschliff durch die Schenkel aus Poly-Si und Alu



② TEG: Schnittzeichnung  
③ TEG: Generator

aufgefüllt werden (siehe REM-Bild ①), damit die Kontaktierung mit der zweiten Materialpaarung (Aluminium) möglich wird.

Im Gegensatz zu den alten Modulen trägt im neuen Layout die gesamte Querschnittsfläche der Siliziumschenkel zur elektrischen Leitung bei, was zu einer Verringerung des elektrischen Innenwiderstandes und damit zu einer Erhöhung der erzielbaren elektrischen Nutzleistung führt. Der zweite positive Effekt liegt in der Verringerung des Wärmeflusses der zur Aufrechterhaltung der Temperaturdifferenz notwendig ist. Die Wärmemenge sollte mit einem handelsüblichen Kühlkörper abgeführt werden können.

Erste Messungen mit den neuen TEG-Modulen (③) zeigen eine deutliche Leistungssteigerung. Die Verwendung von Materialien und standardisierter Verfahren aus der Halbleiterherstellung garantieren zudem die Sicherheit der Herstellbarkeit und bei entsprechenden Stückzahlen einen günstigen Preis.

So ist das am HSG-IMIT entwickelte TEG-Modul vor allem für energieautarke Sensoranwendungen trotz des schlechten Wirkungsgrades der thermoelektrischen Energieumwandlung eine gute Alternative.

### HSG-IMIT

Institut für Mikro- und Informationstechnik  
Wilhelm-Schickard-Str. 10  
D-78052 Villingen-Schwenningen

Telefon: +49 7721 943-0  
Fax: +49 7721 943-210  
E-Mail: info@hsg-imit.de  
Website: www.hsg-imit.de

### Ihr Ansprechpartner

Matthias Ashauer  
Telefon: +49 7721 943-229  
E-Mail: matthias.ashauer@hsg-imit.de

# Micro-Energy Technology

## Thermoelectrical Generator

At the HSG-IMIT thermoelectrical generators are developed. These generators use a temperature difference which is available by the Peltier effect, in order to win, with smallest thermal heat flows, an electrical energy.

Wireless sensor systems, which supervise remote controlled physical dimension, attain increasing meaning on the sensor market. Due to the problem of waste management of the used up batteries, alternative energy concepts play more and more an important role.

Already in 1998 the HSG IMIT had developed a first thermo-electrical generator (TEG) which converts an available temperature difference into an electrical tension. Doped silicon and aluminium were used as material for the thermopiles. The efficiency of the conversion was very small. However the developed prototypes have proved the functionality of the principle.

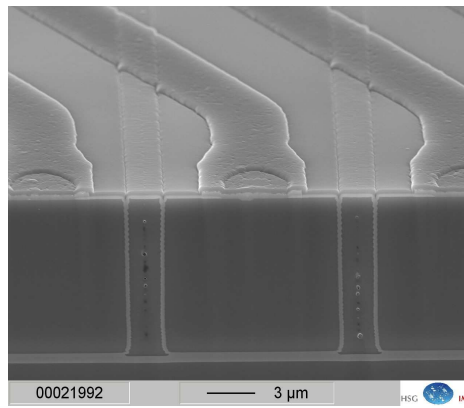
In 2006 the HSG IMIT develops the new generation of the thermoelectrical generator on his own. Using the SOI technology a new layout of the TEG module was developed and manufactured. Up to 1000 piles of silicon are concentrically located on a membrane. They are separated by a drying etching process. The gap between them must be filled up using a Refill technology (see REM-photo<sup>①</sup>), thus the contact with the second material (aluminium) becomes possible.

### Features

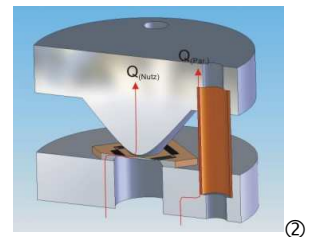
- Energy generation from temperature difference
- Small heat flow < 15 mW/K
- UTEG = 400 mV/K
- PTEG = 40  $\mu$ W/40K

### Applications

- Sensor applications
- Automotive
- Building control systems



① REM: Cross-section through the thermopiles Si and Alu.



② TEG: Cross-sectional drawing  
③ TEG: the generator

Contrary to old modules the entire cross-section area of the silicon piles contributes to the conduction in the new layout, which leads to a decrease of electrical internal resistance and thus to an increase of the expected available electrical power. The second positive effect lies in the decrease of the heat flow which is necessary for the maintenance of the temperature difference. The amount of heat should be able to be exhausted with a commercial heat sink.

First measurements with the new TEG module show a clear increase

of the sensor efficiency. The use of materials and standardized process of the semiconductor manufacture guarantee besides the security of the fabrication and an appropriate numbers of units a favourable price.

So the TEG module developed at HSG IMIT is particularly for energy-self-sufficient sensor applications despite the bad efficiency of the thermoelectric energy transformation a good alternative.

### HSG-IMIT

Institut für Mikro- und  
Informationstechnik  
Wilhelm-Schickard-Str. 10  
D-78052 Villingen-Schwenningen

Phone: +49 7721 943-0  
Fax: +49 7721 943-210  
E-Mail: info@hsg-imit.de  
Website: www.hsg-imit.de

### Your Contact Person

Matthias Ashauer  
Phone: +49 7721 943-229  
E-Mail: matthias.ashauer@hsg-imit.de