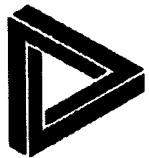


(19)



österreichisches  
patentamt

(10)

AT 508 277 A1 2010-12-15

(12)

## Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 894/2009

(51) Int. Cl.<sup>8</sup>: H01L 35/30 (2006.01),

(22) Anmeldetag: 09.06.2009

H01L 35/32 (2006.01)

(43) Veröffentlicht am: 15.12.2010

(73) Patentinhaber:

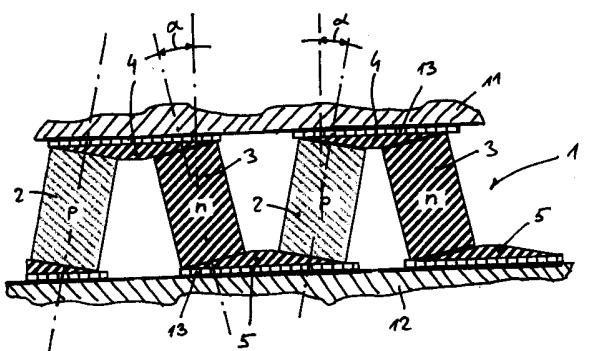
AVL LIST GMBH  
A-8020 GRAZ (AT)

(72) Erfinder:

SALZGEBER KURT DR.  
LASSNITZHÖHE (AT)

### (54) THERMOELEKTRISCHES MODUL MIT PAARWEISE ANGEORDNETEN P- UND N- DOTIERTEN SCHENKELN

(57) Die Erfindung betrifft ein thermoelektrisches Modul (1) mit paarweise angeordneten p- und n-dotierten Schenkeln (2, 3), die an gegenüberliegenden Enden über elektrisch leitende Kontaktelemente (4, 5) in Reihe geschaltet sind. Ernungsgemäß sind die p- und n-dotierten Schenkel (2, 3) paarweise in einer V-Stellung angeordnet, wobei die jeweils einander zugeneigten Enden der Schenkel (2, 3) mittels der Kontaktelemente (4, 5) elektrisch leitend verbunden sind. Die elektrisch leitenden Kontaktelemente (4, 5) sind prismatisch, vorzugsweise in Form eines Doppelkeils mit entgegengesetzten Keilspitzen (10, 10') ausgebildet.



AT 508 277 A1 2010-12-15

DVR. 0078018

**Z U S A M M E N F A S S U N G**

Die Erfindung betrifft ein thermoelektrisches Modul (1) mit paarweise angeordneten p- und n-dotierten Schenkeln (2, 3), die an gegenüberliegenden Enden über elektrisch leitende Kontaktelemente (4, 5) in Reihe geschaltet sind. Erfindungsgemäß sind die p- und n-dotierten Schenkel (2, 3) paarweise in einer V-Stellung angeordnet, wobei die jeweils einander zugeneigten Enden der Schenkel (2, 3) mittels der Kontaktelemente (4, 5) elektrisch leitend verbunden sind. Die elektrisch leitenden Kontaktelemente (4, 5) sind prismatisch, vorzugsweise in Form eines Doppelkeils mit entgegengesetzten ausgerichteten Keilspitzen (10, 10') ausgebildet.

Fig. 2

Die Erfindung betrifft ein thermoelektrisches Modul mit paarweise angeordneten p- und n-dotierten Schenkeln (P- und N-Legs), die an gegenüberliegenden Enden über elektrisch leitende Kontakt elemente in Reihe geschaltet sind.

Ein thermoelektrisches Modul gemäß Stand der Technik weist beispielsweise einen Aufbau auf, der in der DE 10 2005 057 763 A1 beschrieben ist. Das thermoelektrische Modul weist eine Mehrzahl von thermoelektrischen Halbelementen (bzw. p- und n-dotierte Schenkel) auf, wobei jedes Halbelement quader- oder säulenförmig ist und die einzelnen Elemente parallel angeordnet sind. Die Anordnung ist dergestalt, dass Halbelemente aus einander abwechselnden Werkstoffen (p- oder n-leitend dotierte Halbleiter) in Reihe geschaltet sind. An gegenüberliegenden Enden sind Leiterplättchen an den Halbelementen befestigt, welche jeweils einen p- und einen n-dotierten Schenkel elektrisch leitend verbinden. Die Leiterplättchen jeder Seite bilden eine Ebene, in der im Wesentlichen direkt eine Wärmetauscherplatte kontaktiert wird. Eine ähnliche Anordnung von parallel ausgerichteten p- und einen n-dotierten Schenkeln, die mit Elektrodenplättchen aus Stahl oder einer Stahllegierung elektrisch leitend miteinander verbunden sind, ist aus der US 6,759,586 B2 bekannt.

Weiters ist aus der WO 2008/155406 A2 ein thermoelektrischer Generator zur Umwandlung thermischer Energie in elektrische Energie bekannt, welcher mit mehreren zu einem Modul zusammengeschalteten Peltierelementen ausgestattet ist, die zwischen einer Wärmequelle und einer Wärmesenke angeordnet sind. Jedes Peltierelement besteht aus einem p-dotierten Schenkel und einem n-dotierten Schenkel, die parallel zueinander angeordnet und an deren Enden durch Elektroden elektrisch leitend verbunden sind. Sowohl die p-dotierten als auch die n-dotierten Schenkel der einzelnen Peltierelemente weisen unterschiedliche Materialien auf, deren Wirkungsgrad im Hinblick auf unterschiedliche Temperaturwerte an den Kontaktstellen der einzelnen Peltierelemente zur Wärmequelle optimiert ist. Für Hochtemperaturanwendungen werden in den p-dotierten Schenkeln Fe-basierte Skutterudite, beispielsweise  $\text{Ce}_{0.9}\text{Fe}_3\text{CoSb}_{12}$ , oder  $\text{Yb}_{0.75}\text{Fe}_{3.5}\text{Ni}_{0.5}\text{Sb}_{12}$  und in den n-dotierten Schenkeln Co-basierte Skutterudite, beispielsweise  $\text{Yb}_y\text{Co}_{4-x}\text{Pt}_x\text{Sb}_{12}$ , oder  $\text{Ba}_{0.3}\text{Co}_{3.95}\text{Ni}_{0.05}\text{Sb}_{12}$  verwendet.

Als Folge der parallelen Anordnung der einzelnen Schenkel ist die Einhaltung von sehr geringen Fertigungstoleranzen erforderlich, um eine ebene Kontaktfläche zu den Kontakt elektroden bzw. den Wärmetauscherelementen kostengünstig mittels vorgeformter Kontakt- oder Elektrodenelemente herstellen zu können. So sind hier Fertigungstoleranzen im Bereich von  $10\mu\text{m}$  erforderlich, was hohe Anforde-

rungen an die Feinbearbeitung der p- und n- Schenkel nach sich zieht. Insbesondere bei Hochtemperaturanwendungen werden für die Schenkel bevorzugt Materialien, wie beispielsweise die eingangs erwähnten Skutterudite, verwendet, die nur mit größerem Aufwand einer Feinbearbeitung zugeführt werden können.

Aufgabe der Erfindung ist es, ausgehend von bekannten thermoelektrischen Modulen, Verbesserungen vorzuschlagen, mit welchen die Herstellung von thermoelektrischen Modulen vereinfacht werden kann, wobei die Anforderungen an die Genauigkeit der einzelnen TEG-Legs sowie der übrigen Bauteile minimiert werden sollen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die p- und n-dotierten Schenkel paarweise in einer V-Stellung angeordnet sind, wobei die jeweils einander zugeneigten Enden der Schenkel mittels der Kontaktlemente elektrisch leitend verbunden sind. Es können dadurch gleichartige, vorgefertigte Kontaktlemente verwendet werden, die beispielsweise durch Löten, Thermokompression oder Diffusionsschweißen elektrisch leitend mit den p- und n-dotierten Schenkeln verbunden werden.

Insbesondere ist vorgesehen, dass die elektrisch leitenden Kontaktlemente prismatisch, vorzugsweise in Form eines Doppelkeils mit entgegengesetzt ausgerichteten Keilspitzen, ausgebildet sind, dessen beide Keilflächen mit der Basisfläche jeweils einen spitzen Winkel einschließen, der dem Kippwinkel entspricht. Beispielsweise können die einzelnen Schenkel einen Kippwinkel  $\alpha$  zwischen 5° und 15° aufweisen. Durch die erfindungsgemäß V-Stellung der einzelnen Schenkel kann deren Länge mit Hilfe der Kontaktlemente in Form eines Doppelkeils an eine vorgegebene Modul-Höhe angepasst werden, so dass auf einfache Weise ein Toleranzausgleich möglich ist. Durch den Entfall einer mechanischen Feinbearbeitung der einzelnen Schenkel und das Zulassen einer Längentoleranz im Bereich von 50µm, bei einer typischen Gesamtlänge der Schenkel von ca. 3 bis 7 mm, kann die Herstellung wesentlich vereinfacht werden, da nach der Formgebung der Schenkel (z.B. durch Pressen oder Sintern), eine nachfolgende Feinbearbeitung entfallen kann und eine allfällige Einteilung in Längenklassen ebenfalls entfällt, bzw. vereinfacht wird.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die p- und n-dotierten Schenkel eines Moduls in mehreren parallelen Reihen angeordnet sind, wobei zur Verbindung zweier benachbarter Reihen ein Ausgleichs-Kontaktelelement in Form eines Doppelkeils mit parallel ausgerichteten Keilspitzen vorgesehen ist, dessen beide Kontaktflächen mit der Basisfläche einen spitzen Winkel einschließen, der dem Kippwinkel entspricht.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante können die p- und n-dotierten Schenkel eines Hochtemperatur-Moduls aus einem für Temperaturen über 400°C beständigen Material, beispielsweise aus Fe-basierten bzw. Co-basierten Skutteruditen bestehen. Bevorzugt werden dann Kontaktelemente aus einem temperaturfesten Material mit mittlerer elektrischer Leitfähigkeit im Bereich von  $1 \cdot 10^6$  bis  $10 \cdot 10^6 \text{ Sm}^{-1}$  und einer mittleren thermischen Leitfähigkeit im Bereich von 10 bis  $40 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$  eingesetzt, die beispielsweise aus einfach bearbeitbarem, legiertem Stahl bestehen können.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von zum Teil schematischen Darstellungen näher erläutert.

Es zeigen Fig. 1 ein thermoelektrisches Modul in einer Schnittdarstellung gemäß Stand der Technik, Fig. 2 ein erfindungsgemäßes thermoelektrisches Modul in einer Schnittdarstellung gemäß Fig. 1, Fig. 3 ein Detail aus Fig. 2 in einer dreidimensionalen Darstellung, Fig. 4 eine Vorrichtung zur Herstellung eines thermoelektrischen Moduls gemäß Fig. 2 in einer dreidimensionalen Darstellung, Fig. 5 eine Variante des thermoelektrischen Moduls gemäß Fig. 2 in einer dreidimensionalen Darstellung, Fig. 6 ein Detail der Variante gemäß Fig. 5 in einer vergrößerten Darstellung sowie die Fig. 7 bis 9 eine Gegenüberstellung bekannter Ausführungen (Fig. 7 und Fig. 8) im Vergleich mit der Erfindung (Fig. 9).

Fig. 1 zeigt ein thermoelektrisches Modul 1 gemäß Stand der Technik mit parallel angeordneten p- und n-dotierten Schenkeln 2, 3 (P- und N-Legs), wobei jeder Schenkel aus einem von zwei thermoelektrischen Werkstoffen besteht und zwei einander gegenüberliegende Enden aufweist, die jeweils mit einem elektrisch leitenden Kontaktelement 4, 5 mit einem benachbarten Schenkel zusammenge schaltet sind. Die Anordnung ist dergestalt, dass die Schenkel 2, 3 elektrisch in Reihe geschaltet sind. Die einzelnen Kontaktelemente 4, 5 sind – gegebenenfalls über einen Haftverbinder 13 – im Wesentlichen direkt mit nicht weiter spezifizierten Wärmetauscherelementen 11, 12 verbunden. Beispielsweise kann als Wärmetauscherelement 11 ein Kühlmittelwärmetauscher und als Wärmetauscherelement 12 ein Abgaswärmetauscher eingesetzt sein. Bei zu großen Längentoleranzen der einzelnen Schenkel 2, 3 können Mängel in der thermischen Kontaktierung auftreten, wodurch der Wirkungsgrad des Moduls verschlechtert wird.

Fig. 2 zeigt ein erfindungsgemäßes thermoelektrisches Modul 1, bei welchem die p- und n-dotierten Schenkel 2, 3 paarweise in einer V-Stellung angeordnet sind. Die jeweils einander zugeneigten Enden der Schenkel 2, 3 liegen an den elektrisch leitenden Kontaktelementen 4, 5 satt an, wobei diese – wie in Fig. 3 im Detail darstellt – in Form eines Doppelkeils ausgebildet sind, bei welchem die

Keilspitzen 10, 10' in entgegengesetzte Richtungen weisen. Es werden somit zwei Keilflächen 6, 6' gleicher Neigung ausgebildet, die mit der Basisfläche 7 des Doppelkeiles einen Winkel einschließen, der dem Kippwinkel  $\alpha$  der einzelnen Schenkel 2, 3 entspricht. Der Kippwinkel  $\alpha$  (Winkelabweichung von der Parallelstellung) ist für alle Elemente und Doppelkeile eines thermoelektrischen Moduls gleich und liegt vorzugsweise zwischen 5° und 15°. Die V-Stellung weist somit eine Öffnungswinkel von  $2\alpha$  auf. Zwischen den Kontaktelementen 4, 5 und den jeweils zugeordneten Wärmetauscherelementen 11, 12 kann eine möglichst dünne elektrisch isolierende Schicht 13 mit guter thermischer Leitfähigkeit angeordnet sein.

Wie in Fig. 4 dargestellt, kann bei der Herstellung des thermoelektrischen Moduls auf einfache Weise ein Toleranzausgleich zur Behebung von Maßungenauigkeiten in der Länge der Schenkel 2, 3 bewirkt werden. Dazu bedient man sich einer Schablone mit zwei parallel angeordneten Führungselementen 14, mit welchen die Höhe des herzustellenden thermoelektrischen Moduls vorgegeben wird. Dabei wird zunächst eine erste Einheit, bestehend aus einem unteren Kontaktelement 5 und einem p-dotierten Schenkel 2, zwischen die Führungselemente 14 eingeschoben und eine zweite Einheit, bestehend aus einem n-dotierten Schenkel 3 mit einem oberen Kontaktelement 4, nachgeschoben, bis durch eine Verschiebung auf der Keilfläche 6' die eingeschobene Einheit satt am oberen Führungselement 14 anliegt. Danach wird in weiterer Folge eine dritte Einheit, bestehend aus einem unteren Kontaktelement 5 und einem p-dotierten Schenkel 2, wie mit Pfeil 15 angedeutet, eingeschoben. Dieser Vorgang wird solange fortgesetzt, bis die gewünschte Anzahl an paarweise angeordneten p- und n-dotierten Schenkeln 2, 3 erreicht ist. Geringfügige Längenunterschiede der Schenkel 2, 3 können durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen durch kleine, die Funktion des Moduls nicht beeinflussende Differenzen der mittleren Abstände der Schenkel 2, 3 kompensiert werden.

Fig. 5 zeigt eine bevorzugte Ausführungsvariante, bei welcher die p- und n-dotierten Schenkel 2, 3 eines Moduls 1 in vier parallelen Reihen 8 angeordnet sind, wobei hier zur Verbindung zweier benachbarter Reihen 8 ein Ausgleichs-Kontaktelement 9 in Form eines speziellen Doppelkeils vorgesehen ist. Ein Doppelkeil 9 ist im Detail in Fig. 6 dargestellt und ist mit parallel ausgerichteten Keilspitzen 10, 10' ausgestattet, wobei auch hier die Keilflächen 6, 6' mit der Basisfläche 7 einen spitzen Winkel einschließen, der dem Kippwinkel  $\alpha$  entspricht. Als Ausgleich für allfällige Längenunterschiede der einzelnen Reihen 8 weisen die beiden Keile des Doppelkeils unterschiedliche Längen auf. Die Ausgleichs-Kontaktelemente 9 können auch als elektrische Anschlusselemente des Moduls verwendet werden.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung wird in den Fig. 7 bis 9 thematisiert. Fig. 7 zeigt eine herkömmliche parallele Anordnung der Schenkel 2, 3 zwischen den Kontakt elementen 4, 5, die hier als dünne Plättchen eines Materials mit hoher thermischer und elektrischer Leitfähigkeit dargestellt sind. Beispielsweise können hier die elektrischen Kontakt elemente aus Silber, Kupfer, Aluminium, etc. bestehen, die eine elektrische Leitfähigkeit  $> 60 \cdot 10^6 \text{ Sm}^{-1}$  und eine thermische Leitfähigkeit  $> 200 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$  aufweisen. Für Hochtemperaturanwendungen sind allerdings viele der bekannte Leiter materialien nicht geeignet, da diese Materialien mit den Materialien der TEG Schenkel nicht dauerhaft kompatibel sind. Der Temperaturgradient wird entlang einer Gesamthöhe H betrachtet, die sich aus  $h_{el}$  des oberen Kontakt elements 4,  $h_{leg}$  des Schenkels 2 und  $h_{el}$  des unteren Kontakt elements 5 zusammensetzt, wobei in diesem Fall  $h_{el} \ll h_{leg}$  gilt.

Fig. 8 zeigt nun ein thermoelektrisches Modul für Hochtemperaturanwendungen, mit parallelen TEG-Schenkeln 2, 3 aus Hochtemperaturmaterialien, wobei hier die Kontakt elemente 4, 5 beispielsweise aus einer Stahllegierung bestehen und nur eine mäßige thermische (ca.  $10$  bis  $40 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ ) bzw. elektrische Leitfähigkeit ( $1 \cdot 10^6$  bis  $10 \cdot 10^6 \text{ Sm}^{-1}$ ) aufweisen. Die Kontakt elemente müssen daher bei gegebener Strombelastung dicker ausgeführt werden, wobei hier für den Temperaturgradienten bei der parallelen Anordnung eine Höhe  $H = h_{leg} + 2 \cdot h_{el}$  wirksam ist.

Die in Fig. 9 dargestellte V-Anordnung hat den Vorteil, dass die Kontakt elemente 4, 5 als Doppelkeil ausgebildet sind, wobei an der Stelle der größten Strombelastung (zwischen den einander zugeneigten Enden der Schenkel 2, 3) der größte Querschnitt aufscheint und die für den Temperaturgradienten wirksame Höhe  $H = h_{leg} + 1 \cdot h_{el}$  ist, wenn man zweimal die halbe Keilhöhe berücksichtigt. Der vorhandene Temperaturgradient kann somit durch die V-Stellung besser ausgenutzt werden.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Thermoelektrisches Modul (1) mit paarweise angeordneten p- und n-dotierten Schenkeln (2, 3), die an gegenüberliegenden Enden über elektrisch leitende Kontaktelemente (4, 5) in Reihe geschaltet sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die p- und n-dotierten Schenkel (2, 3) paarweise in einer V-Stellung angeordnet sind, wobei die jeweils einander zugeneigten Enden der Schenkel (2, 3) mittels der Kontaktelemente (4, 5) elektrisch leitend verbunden sind.
2. Thermoelektrisches Modul (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die einzelnen Schenkel (2, 3) einem Kippwinkel ( $\alpha$ ) zwischen 5° und 15° aufweisen.
3. Thermoelektrisches Modul (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrisch leitenden Kontaktelemente (4, 5) prismatisch, vorzugsweise in Form eines Doppelkeils mit entgegengesetzt ausgerichteten Keilspitzen (10, 10') ausgebildet sind, dessen beide Keilflächen (6, 6') mit der Basisfläche (7) jeweils einen spitzen Winkel einschließen, der dem Kippwinkel ( $\alpha$ ) entspricht.
4. Thermoelektrisches Modul (1) Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die p- und n-dotierten Schenkel (2, 3) eines Moduls (1) in mehreren parallelen Reihen (8) angeordnet sind, wobei zur Verbindung zweier benachbarter Reihen (8) ein Ausgleichs-Kontaktelement (9) in Form eines Doppelkeils mit parallel ausgerichteten Keilspitzen (10, 10') vorgesehen ist, dessen beide Kontaktflächen (6, 6') mit der Basisfläche (7) jeweils einen spitzen Winkel einschließen, der dem Kippwinkel ( $\alpha$ ) entspricht.
5. Thermoelektrisches Modul (1) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Basisflächen (7) der Kontaktelemente (4, 5) parallele Kontaktflächen zu angrenzenden Wärmetauscherelementen (11, 12) bilden.
6. Thermoelektrisches Modul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die p- und n-dotierten Schenkel (2, 3) eines Hochtemperatur-Moduls (1) aus einem für Temperaturen über 400°C beständigen Material, beispielsweise aus Fe-basierten bzw. Co-basierten Skutteruditen bestehen.
7. Thermoelektrisches Modul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kontaktelemente (4, 5) aus einem temperaturfesten Material mit mittlerer elektrischer Leitfähigkeit im Bereich von  $1 \cdot 10^6$

00000000

- 7 -

bis  $10 \times 10^6 \text{ Sm}^{-1}$  und einer mittleren thermischen Leitfähigkeit im Bereich von 10 bis  $40 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ , beispielsweise aus legiertem Stahl, bestehen.

2009 06 09

Lu/Sc

  
Patentanwalt  
**Dipl.-Ing. Mag. Michael Babeluk**  
A-1150 Wien, Mariahilfer Gürtel 39/17  
Tel.: (+43 1) 892 89 33-0 Fax: (+43 1) 892 89 333  
e-mail: [michael.babeluk@wien.wi.ac.at](mailto:michael.babeluk@wien.wi.ac.at)

005804

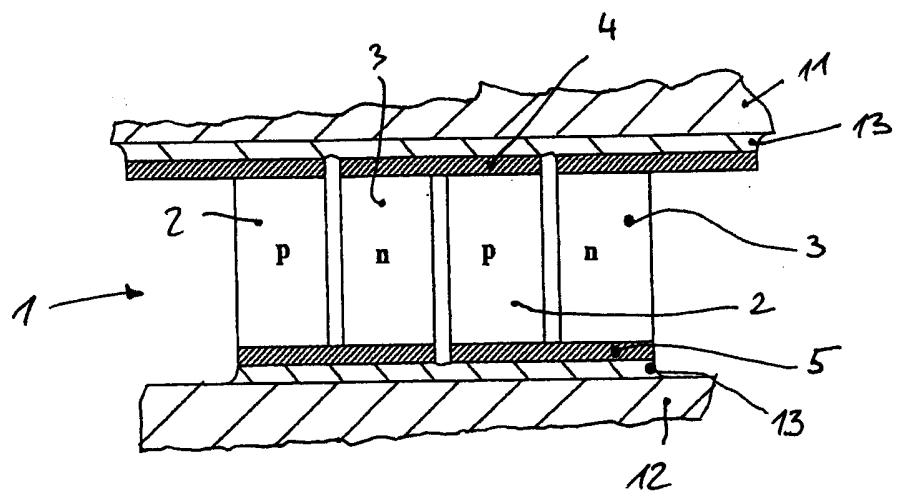


Fig. 1

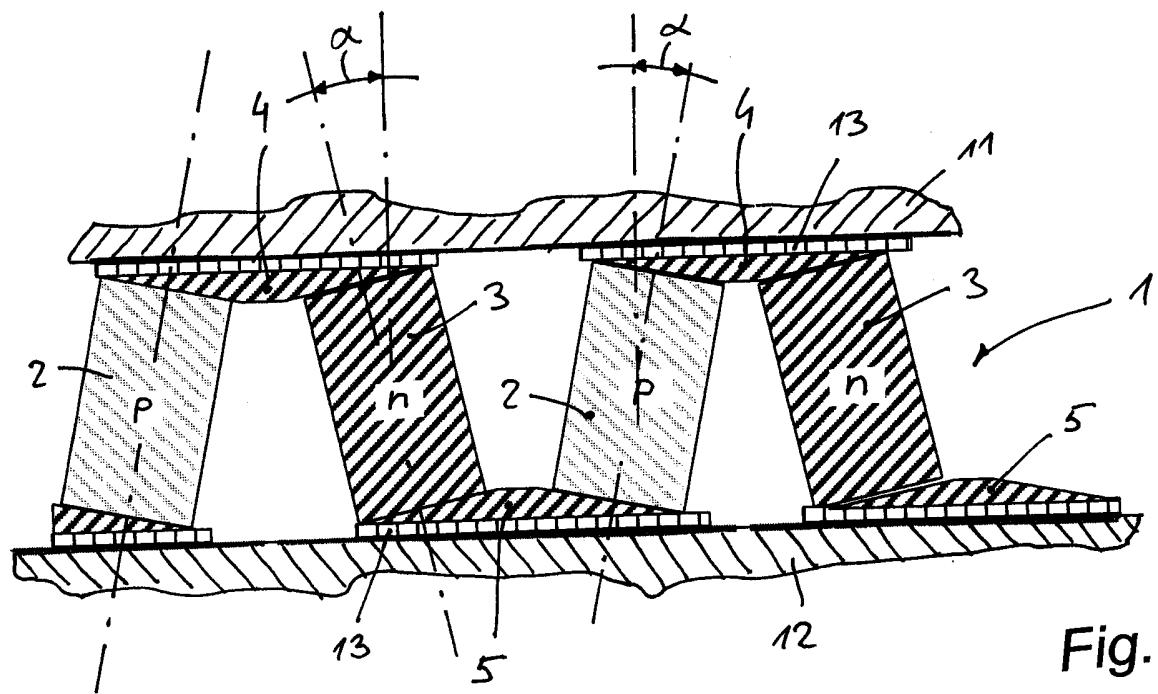


Fig. 2

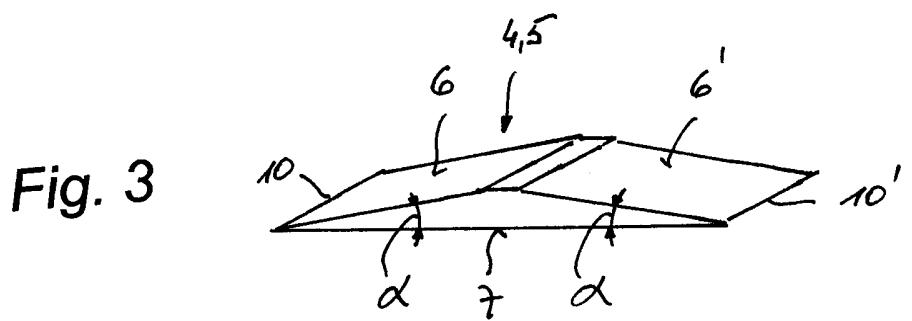
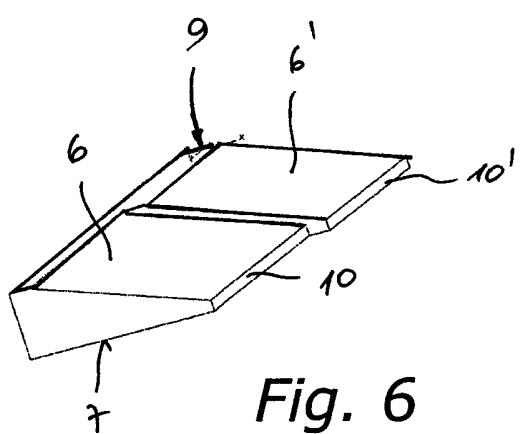
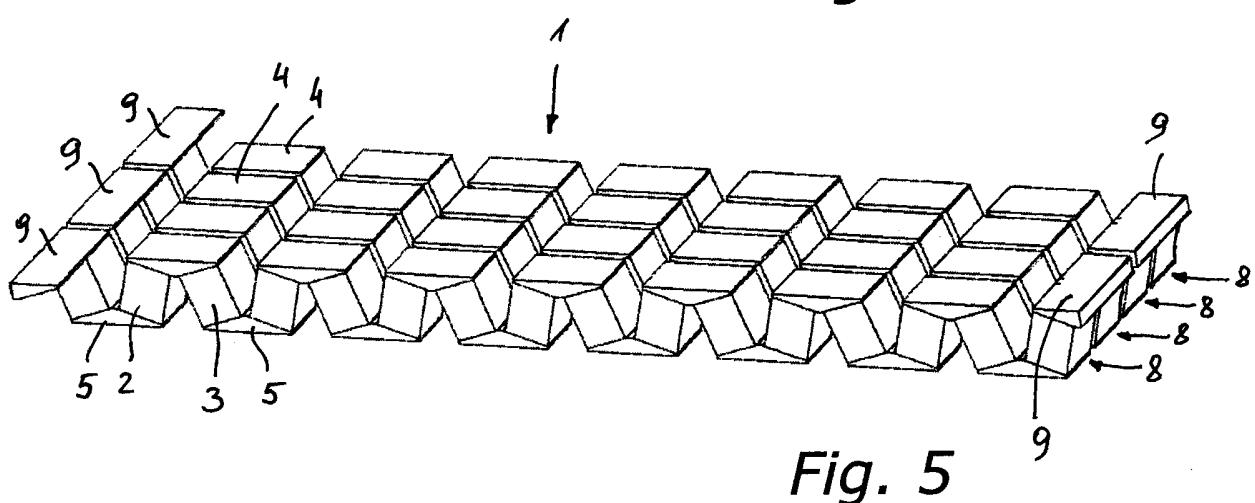
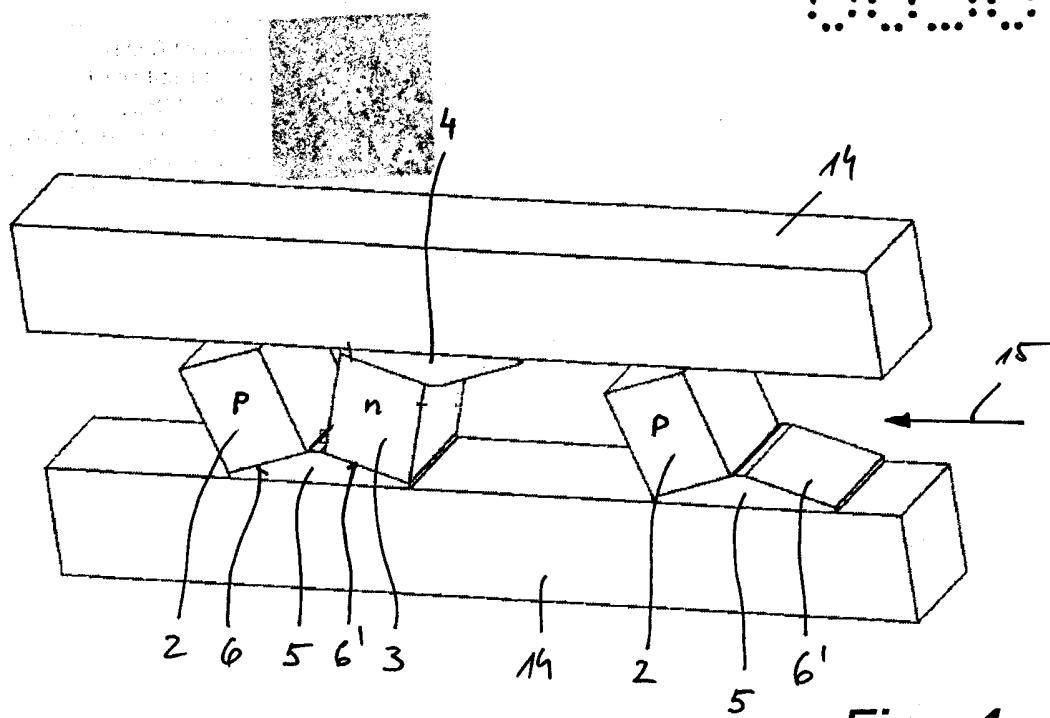


Fig. 3

005834



005814

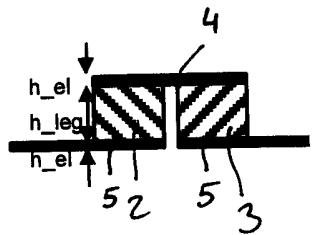
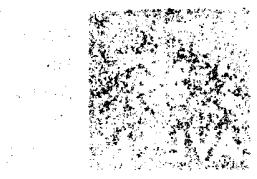


Fig. 7

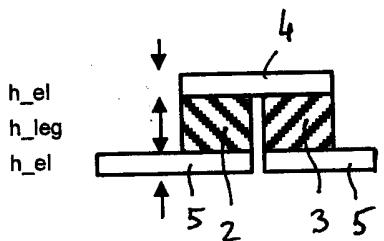


Fig. 8

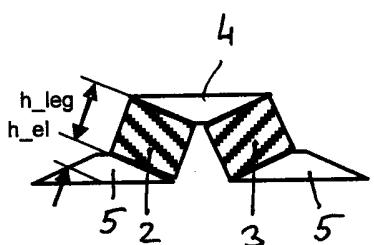


Fig. 9

PATENTANSPRÜCHE

1. Thermoelektrisches Modul (1) mit paarweise angeordneten p- und n-dotierten Schenkeln (2, 3), die an gegenüberliegenden Enden über elektrisch leitende Kontaktelemente (4, 5) in Reihe geschaltet sind, wobei die p- und n-dotierten Schenkel (2, 3) paarweise in einer V-Stellung angeordnet sind und die jeweils einander zugeneigten Enden der Schenkel (2, 3) mittels der Kontaktelemente (4, 5) elektrisch leitend verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrisch leitenden Kontaktelemente (4, 5) in Form eines Doppelkeils ausgebildet sind, dessen beide Keilflächen (6, 6') mit der Basisfläche (7) der Kontaktelemente (4, 5) jeweils einen spitzen Winkel einschließen, der dem Kippwinkel ( $\alpha$ ) der einzelnen Schenkel (2, 3) entspricht.
2. Thermoelektrisches Modul (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die einzelnen Schenkel (2, 3) einen Kippwinkel ( $\alpha$ ) zwischen 5° und 15° aufweisen.
3. Thermoelektrisches Modul (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrisch leitenden Kontaktelemente (4, 5) prismatisch ausgebildet sind und entgegengesetzt ausgerichtete Keilspitzen (10, 10') aufweisen.
4. Thermoelektrisches Modul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die p- und n-dotierten Schenkel (2, 3) eines Moduls (1) in mehreren parallelen Reihen (8) angeordnet sind, wobei zur Verbindung zweier benachbarter Reihen (8) ein Ausgleichs-Kontaktelement (9) in Form eines Doppelkeils mit parallel ausgerichteten Keilspitzen (10, 10') vorgesehen ist, dessen beide Kontaktflächen (6, 6') mit der Basisfläche (7) jeweils einen spitzen Winkel einschließen, der dem Kippwinkel ( $\alpha$ ) entspricht.
5. Thermoelektrisches Modul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Basisflächen (7) der Kontaktelemente (4, 5) parallele Kontaktflächen zu angrenzenden Wärmetauscherelementen (11, 12) bilden.
6. Thermoelektrisches Modul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die p- und n-dotierten Schenkel (2, 3) eines Hochtemperatur-Moduls (1) aus einem für Temperaturen über 400°C beständigen Material, beispielsweise aus Fe-basierten bzw. Co-basierten Skutteruditien bestehen.

**NACHGEREICHT**

006226  
- 8 -

7. Thermoelektrisches Modul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kontaktelemente (4, 5) aus einem temperaturfesten Material mit mittlerer elektrischer Leitfähigkeit im Bereich von  $1 \cdot 10^6$  bis  $10 \cdot 10^6 \text{ Sm}^{-1}$  und einer mittleren thermischen Leitfähigkeit im Bereich von 10 bis 40  $\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ , beispielsweise aus legiertem Stahl, bestehen.

2010 06 10

Lu/Sc

  
Michael Babeluk

Patentanwalt

Dipl.-Ing. Mag. Michael Babeluk

A-1150 Wien, Mariahilfer Gortat 39/17

Tel.: (+43 1) 692 69 380 Fax: (+43 1) 692 69 383

E-mail: [patentanwalt@web.de](mailto:patentanwalt@web.de)

NACHGEREICHT



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC<sup>8</sup>:  
**H01L 35/30 (2006.01); H01L 35/32 (2006.01)**

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA:  
H01L35/30; H01L35/32

Recherchierte Prüfstoff (Klassifikation):

Konsultierte Online-Datenbank:  
**EPODOC; WPI; TXT; NPL**

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **9. Juni 2009** eingereichten Ansprüchen **1-7** erstellt.

Kategorie <sup>7</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	JP 05-299704 A (DAIKIN) 12. November 1993 (12.11.1993) <i>Zusammenfassung; Figuren 1-3</i>	1,2
Y	--	3-7
Y	JP 2007-294689 A (TOYOTA) 8. November 2007 (08.11.2007) <i>Zusammenfassung; Absätze 0011-0020, 0024-0027, 0047; zweite und dritte Ausführungsform; Figuren 7 und 13</i>	3-5, 7
Y	--	
Y	WO 2005/104156 A3 (SHOWA DENKO) 3. November 2005 (03.11.2005) <i>Zusammenfassung</i>	6
X	--	
X	DE 102006017547 A1 (FRAUNHOFER GESELLSCHAFT) 18. Oktober 2007 (18.10.2007) <i>Zusammenfassung; Absätze 0083-0085; Figuren 8-13</i>	1,2
X	--	
X	JP 2563524 B2 (MATSUSHITA) 11. Dezember 1996 (11.12.1996) <i>Zusammenfassung; Figur 1</i>	1,2
	----	

Datum der Beendigung der Recherche:  
**15. April 2010**

Fortsetzung siehe Folgeblatt

Prüfer(in):  
**Dr. HARASEK**

<sup>7</sup>Kategorien der angeführten Dokumente:

- X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.

- A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert.
- P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.