

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
8. August 2013 (08.08.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2013/113311 A4**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*H01L 35/32* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2013/100020

(22) Internationales Anmeldedatum:  
22. Januar 2013 (22.01.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2012 100 752.7  
31. Januar 2012 (31.01.2012) DE  
10 2012 102 090.6 13. März 2012 (13.03.2012) DE

(71) Anmelder: **CURAMIK ELECTRONICS GMBH**  
[DE/DE]; Am Stadtwald 2, 92676 Eschenbach (DE).

(72) Erfinder: **MEYER, Andreas**; Schützenheimweg 7, 93173 Wenzenbach (DE). **SCHULZ-HARDER, Jürgen**; Mozartstraße 21, 91207 Lauf (DE).

(74) Anwalt: **GRAF GLÜCK KRITZENBERGER**,  
Hermann-Köhl-Straße 2a, 93049 Regensburg (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** THERMOELECTRIC GENERATOR MODULE, METAL-CERAMIC SUBSTRATE AND METHOD FOR PRODUCING SUCH A METAL-CERAMIC SUBSTRATE

(54) **Bezeichnung :** THERMOELEKTRISCHES GENERATORMODUL, METALL-KERAMIK-SUBSTRAT SOWIE VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES DERARTIGEN METALL-KERAMIK-SUBSTRATES

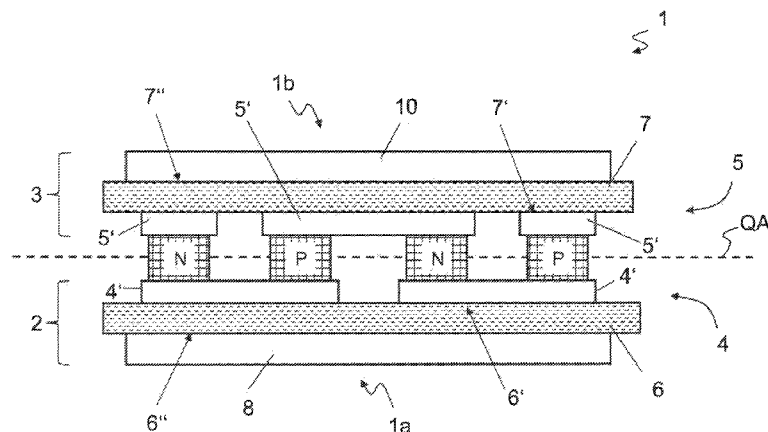


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a thermoelectric generator module with a hot zone (1a) and a cold zone (1b) comprising at least a first metal-ceramic substrate (2), which has a first ceramic layer (6) and at least one structured first metallization (4) applied to the first ceramic layer (6) and is assigned to the hot zone, and at least a second metal-ceramic substrate (4), which has a second ceramic layer (7) and at least one structured second metallization (5) applied to the second ceramic layer and is assigned to the cold zone (1b), and also a number of thermoelectric generator components (N, P) located between the first and second structured metallizations (4, 5) of the metal-ceramic substrates (2, 3). Particularly advantageously, the first metal-ceramic substrate (2), assigned to the hot zone (1a), has at least one layer of steel or high-grade steel (8), wherein the first ceramic layer (6) is arranged between the first structured metallization (4) and the at least one layer of steel or high-grade steel (8). The invention also relates to an associated metal-ceramic substrate and to a method for producing it.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2013/113311 A4



SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen  
Recherchenberichts:**

3. Oktober 2013

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- mit geänderten Ansprüchen gemäss Artikel 19 Absatz 1

**Veröffentlichungsdatum der geänderten Ansprüche:**

28. November 2013

---

Die Erfindung betrifft ein thermoelektrisches Generatormodul mit einem Heiß- und Kaltbereich (1a, 1b) umfassend zumindest ein erstes, dem Heißbereich zugeordnetes Metall-Keramik-Substrat (2) mit einer ersten Keramikschiicht (6) und wenigstens einer auf der ersten Keramikschiicht (6) aufgebracht, strukturierten ersten Metallisierung (4) und zumindest ein zweites, dem Kaltbereich (1b) zugeordnetes Metall-Keramik-Substrat (4) mit einer zweiten Keramikschiicht (7) und wenigstens einer auf der zweiten Keramikschiicht aufgebracht, strukturierten zweiten Metallisierung (5) sowie mehreren zwischen der ersten und zweiten strukturierten Metallisierung (4, 5) der Metall-Keramik-Substrate (2, 3) aufgenommenen thermoelektrischen Generatorbauteilen (N, P). Besonders vorteilhaft weist das erste, dem Heißbereich (1a) zugeordnete Metall-Keramik-Substrat (2) zumindest eine Stahl- oder Edelstahlschiicht (8) auf, wobei die erste Keramikschiicht (6) zwischen der ersten strukturierten Metallisierung (4) und der zumindest einen Stahl- oder Edelstahlschiicht (8) angeordnet ist. Ferner ist Gegenstand der Erfindung ein zugehöriges Metall-Keramik-Substrat sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung.

**GEÄNDERTE ANSPRÜCHE**  
**beim Internationalen Büro eingegangen am 4. Oktober 2013 (04.10.2013)**

**Überarbeitete Patentansprüche**

1. Thermoelektrisches Generatormodul mit einem Heiß- und Kaltbereich (1a, 1b)  
5 umfassend zumindest ein erstes, dem Heißbereich zugeordnetes Metall-Keramik-Substrat (2) mit einer ersten Keramikschi-  
cht (6) und wenigstens einer auf der ersten Keramikschi-  
cht (6) aufgetragenen, strukturierten ersten Metallisierung (4)  
und zumindest ein zweites, dem Kaltbereich (1b) zugeordnetes Metall-Keramik-Substrat (4) mit einer zweiten Keramikschi-  
10 cht (7) und wenigstens einer auf der zweiten Keramikschi-  
cht aufgetragenen, strukturierten zweiten Metallisierung (5)  
sowie mehreren zwischen der ersten und zweiten strukturierten Metallisierung (4, 5) der Metall-Keramik-Substrate (2, 3) aufgenom-  
menen thermoelektrischen Generatorbauteilen (N, P), bei dem das erste, dem Heißbereich (1a) zugeordnete Metall-Keramik-Substrat (2) zu-  
15 mindest eine Stahl- oder Edelstahlschi-  
cht (8) aufweist, wobei die erste Keramikschi-  
cht (6) zwischen der ersten strukturierten Metallisierung (4) und der zumindest einen Stahl- oder Edelstahlschi-  
cht (8) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste und zweite  
Metallisierung derart strukturiert sind, dass diese mehrere metallische  
20 Kontaktflächen (4', 5') ausbilden, die vorzugsweise rechteckförmig und/oder  
quaderförmig ausgebildet sind, dass zwischen den beabstandet zueinander auf der jeweiligen Keramikschi-  
cht (6, 7) angeordneten rechteckförmigen,  
metallischen Kontaktflächen (4', 5') Trenn- oder Sollbruchlinien (11, 11') in die Keramikschi-  
cht (6, 7) eingebracht sind, welche vorzugsweise in Richtung der  
25 Modulquerachse (QA) und/oder in Richtung der Modullängsachse (LA) verlaufen  
und dass die Trenn- oder Sollbruchlinien (11, 11') in Form von Schlitz-  
en, Kerben und/oder Punkten und/oder Einbringen von Mikrorissen realisiert sind.
2. Modul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der ersten  
Keramikschi-  
30 cht (6) und der zumindest einen Stahl- oder Edelstahlschi-  
cht (8) zumindest eine Kupferschi-  
cht (9) vorgesehen ist.

3. Modul nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite, dem Kaltbereich (1b) zugeordnete Metall-Keramik-Substrat (3) zumindest eine korrosionsbeständige Metallschicht (10) aufweist, wobei die zweite Keramikschi-  
5 chicht (7) zwischen der zweiten strukturierten Metallisierung (5) und der korrosionsbeständigen Metallschicht (10) angeordnet ist.
4. Modul nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die korrosionsbeständige Metallschicht (10) durch eine Edelstahl-, Aluminium- oder Kupferschicht gebildet ist.  
10
5. Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Längsseiten (a) einer rechteckförmigen, metallischen Kontaktfläche (4', 5') näherungsweise doppelt so lang wie deren Breitseiten (b) sind.
- 15 6. Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Längsseiten (a) der rechteckförmigen, metallischen Kontaktflächen (4', 5') parallel zur Modulquerachse (QA) verlaufen und die Breitseiten (b) der rechteckförmigen, metallischen Kontaktflächen (4', 5') parallel zur  
20 Modullängsachse (LA) verlaufen.
7. Modul nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Längsseiten (a) zwischen 0,5 mm und 10 mm und die Breitseiten (b) zwischen 0,2 mm und 5 mm betragen.
- 25 8. Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die metallischen Kontaktflächen (4', 5') matrixartig auf der Oberflächenseite der jeweiligen Keramikschi-  
30 chicht (6, 7) angeordnet sind.
9. Modul nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die rechteckförmigen, metallischen Kontaktflächen (4', 5') parallel zur Modullängsachse (LA)

verlaufende Reihen (R1, R2, Rx) sowie parallel zur Modulquerachse (QA)  
verlaufende Spalten (S1, S2, S3, Sy) bilden.

- 5 10. Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass zwei  
benachbarte rechteckförmige, metallische Kontaktflächen (4', 5') in Richtung der  
Modulquerachse (QA) einen Abstand (d) von 0,1 mm bis 2 mm aufweisen.
- 10 11. Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass zwei  
benachbarte rechteckförmige, metallische Kontaktflächen (4', 5') in Richtung der  
Modullängsachse (LA) einen Abstand (c) von 0,1 mm bis 2 mm aufweisen.
- 15 12. Modul nach einem Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schlitz-,  
Kerben und/oder Punkte einer Trenn- oder Sollbruchlinie (11, 11') ausgehend  
von der die Metallisierung (4, 5) aufnehmenden Oberflächenseite (6', 7') einer  
Keramikschiicht (6, 7) sich mindestens über ein Zehntel der Schichtdicke der  
jeweiligen Keramikschiicht (6, 7) erstrecken.
- 20 13. Modul nach einem Anspruch 1 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die die  
Schlitz-, Kerben und/oder Punkte einer Trenn- oder Sollbruchlinie (11, 11')  
durch eine Laserbehandlung oder mechanischen Bearbeitungsverfahren der  
Keramikschiicht (6, 7) erzeugt sind.
- 25 14. Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die  
Keramikschiicht (6, 7) aus Aluminiumoxid, Aluminiumnitrid, Siliziumnitrid oder  
Aluminiumoxid mit Zirkonoxid hergestellt ist und vorzugsweise eine  
Schichtdicke im Bereich zwischen 0,1 mm und 1,0 mm aufweist.
- 30 15. Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die  
erste und zweite strukturierte Metallisierung (4, 5) in Form von Metallschichten  
oder Metallfolien, und zwar vorzugsweise aus Kupfer oder einer Kupferlegierung

ausgebildet sind, welche vorzugsweise eine Schichtdicke im Bereich zwischen 0,03 mm und 1,5 mm aufweisen.

- 5 16. Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die  
Metallisierungen (4, 5) zumindest teilweise mit einer metallischen  
Oberflächenschicht versehen sind, und zwar beispielsweise einer  
Oberflächenschicht aus Nickel, Silber oder einer Nickel- oder Silber-Legierung.
- 10 17. Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
dass die thermoelektrischen Generatorbauteile (N, P) in Form von aus einem  
unterschiedlich dotierten Halbleitermaterial hergestellten Peltier-Elementen  
ausgebildet sind, wobei die Dicke des Halbleitermaterials vorzugsweise  
zwischen 0,5 mm und 8 mm beträgt.
- 15 18. Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Stahl- oder Edelstahlschicht (8) und/oder die korrosionsbeständige  
Metallschicht (10) mehrteilig ausgebildet ist, wobei zumindest zwei Teile der  
Stahl- oder Edelstahlschicht (8) und/oder der korrosionsbeständigen Metallschicht  
20 (10) derart beabstandet zueinander angeordnet sind, dass zumindest ein von  
außen frei zugänglicher Oberflächenabschnitt (6''', 7''') der Keramikschicht (6, 7)  
entsteht.
- 25 19. Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Stahl- oder Edelstahlschicht (8) und/oder die korrosionsbeständige  
Metallschicht (10) strukturiert oder profiliert ausgebildet ist.
- 30 20. Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Stahl- oder Edelstahlschicht (8) und/oder die korrosionsbeständige  
Metallschicht (10) in einem über den Randbereich der Keramikschicht (6, 7)  
nach außen abstehenden Bereich eine umlaufende Sicke (16, 16') aufweisen.

21. Metall-Keramik-Substrat zur Verwendung in einem thermoelektrisches  
Generatormodul (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche umfassend  
zumindest eine Keramikschiicht (6) und wenigstens eine auf der Keramikschiicht  
(6) aufgebracht, strukturierten Metallisierung (4), dass das Metall-Keramik-  
5 Substrat (2) zumindest eine Stahl- oder Edelstahlschiicht (8) aufweist, bei dem die  
Keramikschiicht (6) zwischen der strukturierten Metallisierung (4) und der  
zumindest einen Stahl- oder Edelstahlschiicht (8) angeordnet ist, **dadurch**  
**gekennzeichnet**, dass die Metallisierung (4) derart strukturiert ist, dass diese  
mehrere metallische Kontaktflächen (4') ausbildet, die vorzugsweise  
10 rechteckförmig ausgebildet sind und beanstandet zueinander angeordnet sind  
und dass zwischen den metallischen Kontaktflächen (4') Trenn- oder  
Sollbruchlinien (11, 11') in die Keramikschiicht (6) eingebracht sind, welche  
vorzugsweise in Form von Schlitzten, Kerben und/oder Punkten und/oder  
Einbringen von Mikrorissen realisiert sind.
- 15
22. Metall-Keramik-Substrat nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass  
zwischen der Keramikschiicht (6) und der zumindest einen Stahl- oder  
Edelstahlschiicht (8) zumindest eine Kupferschiicht (9) vorgesehen ist.
- 20
23. Metall-Keramik-Substrat nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die  
Längsseiten (a) einer rechteckförmigen, metallischen Kontaktfläche (4', 5')  
näherungsweise doppelt so lang wie deren Breitseiten (b) sind, wobei die  
Längsseiten (a) vorzugsweise zwischen 0,5 mm und 10 mm und die Breitseiten  
(b) zwischen 0,2 mm und 5 mm betragen.
- 25
24. Metall-Keramik-Substrat nach Anspruch 21 oder 23, dadurch gekennzeichnet,  
dass die metallischen Kontaktflächen (4') matrixartig auf der Oberflächenseite der  
Keramikschiicht (6) angeordnet sind, und zwar in Reihen (R1, R2, Rx) und  
Spalten (S1, S2, S3, S4, Sy).
- 30

25. Metall-Keramik-Substrat nach einem Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Schlitze, Kerben und/oder Punkte einer Trenn- oder Sollbruchlinie (11, 11') ausgehend von der die Metallisierung (4) aufnehmenden Oberflächenseite (6') einer Keramikschiicht (6) sich mindestens über ein Zehntel der Schichtdicke der Keramikschiicht (6) erstrecken.
26. Metall-Keramik-Substrat nach einem der Ansprüche 21 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Keramikschiicht (6) aus Aluminiumoxid, Aluminiumnitrid, Siliziumnitrid oder Aluminiumoxid mit Zirkonoxid hergestellt ist und vorzugsweise eine Schichtdicke im Bereich zwischen 0,1 mm und 1,0 mm aufweist.
27. Metall-Keramik-Substrat nach einem der Ansprüche 21 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass die strukturierte Metallisierung (4) in Form einer Metallschiicht oder Metallfolie, und zwar vorzugsweise aus Kupfer oder einer Kupferlegierung ausgebildet ist, welche vorzugsweise eine Schichtdicke im Bereich zwischen 0,03 mm und 1,5 mm aufweist.
28. Metall-Keramik-Substrat nach einem der Ansprüche 21 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallisierung (4) zumindest teilweise mit einer metallischen Oberflächenschiicht versehen ist, und zwar beispielsweise einer Oberflächenschiicht aus Nickel, Silber oder einer Nickel- oder Silber-Legierungen.
29. Verfahren zum Herstellen eines Metall-Keramik-Substrates (2), insbesondere in Form einer Leiterplatte für ein thermoelektrisches Generatormodul (1), umfassend zumindest eine Keramikschiicht (6) und wenigstens eine auf der Keramikschiicht (6) aufgebrachte, strukturierte Metallisierung (4), bei dem auf der der Keramikschiicht (6, 7) gegenüberliegenden Oberfläche (6') direkt oder indirekt zumindest eine Stahl- oder Edelstahlschiicht (8) aufgebracht wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Metallisierung (4) derart strukturiert wird, dass

- sich mehrere metallische Kontaktflächen (4', 5') ausbilden, die vorzugsweise matrixartig auf der Keramikschicht (6) angeordnet sind und dass zwischen den rechteckförmigen Kontaktflächen (4', 5') Trenn- oder Sollbruchlinien (11, 11') in die Keramikschicht (6, 7) mittels Laserbehandlung oder Sägen eingebracht werden, und zwar vorzugsweise in Form von Schlitzern, Kerben und/oder Punkten und/oder Einbringen von Mikrorissen.
- 5
30. Verfahren nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Keramikschicht (6) aus Aluminiumoxid, Aluminiumnitrid, Siliziumnitrid oder Aluminiumoxid mit Zirkonoxid und die durch eine Kupferschicht oder Kupferlegierung bestehende Metallisierung (4) durch DCB-Bonden oder Aktivlöten verbunden werden.
- 10
31. Verfahren nach Anspruch 29 oder 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Stahl- oder Edelstahlschicht (8) direkt mit der Keramikschicht (6, 7) durch Hartlöten, Aktivlöten oder Kleben verbunden wird.
- 15