



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 710 704 A1

(51) Int. Cl.: G01K 17/00 (2006.01)
H01L 35/34 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00162/15

(22) Anmeldedatum: 09.02.2015

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.08.2016

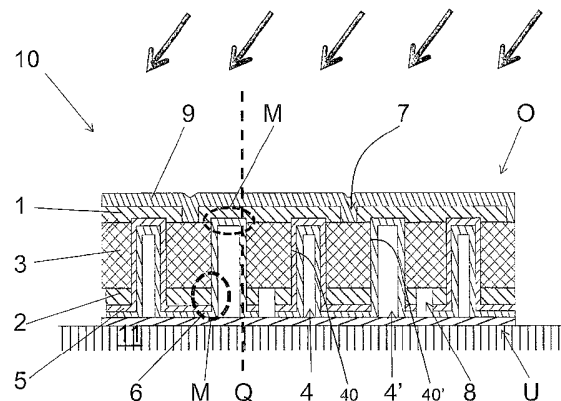
(71) Anmelder:
greenTEG AG, Technoparkstrasse 1, K43
8005 Zürich (CH)

(72) Erfinder:
Etienne Schwyter, 8055 Zürich (CH)
Michele Zahner, 8037 Zürich (CH)

(74) Vertreter:
Schneider Feldmann AG Patent- und Markenanwälte,
Beethovenstrasse 49, Postfach 2792
8022 Zürich (CH)

(54) Thermoelektrischer Sensor und Herstellungsverfahren.

(57) Ein thermoelektrischer Sensor (10) zur Messung von Thermospannungen mit einer Bestrahlungsseite (O) und einer Montage-seite (U), umfassend eine Mehrzahl von Thermoelementen mit Messübergängen (M), welche durch Übergänge einer ersten Metalllage (1) und einer zweiten Metalllage (2) jeweils zu einer weiteren Metalllage übergehend gebildet sind, wobei die beiden Metalllagen (1, 2) eine elektrisch isolierende Matrixlage (3) sandwichartig umgeben, soll einfach kostengünstig und robust gegen Laserstrahlen geschützt herstellbar sein. Dies wird dadurch erreicht, dass von der Montage-seite (U) eine Mehrzahl von ersten und zweiten Sacklöchern (4, 4') die zweite Metalllage (2) und die Matrixlage (3) vollständig querend angeordnet ist, wobei die Innenwände (40) der ersten Sacklöcher (4) mit einer dritten Metalllage (5) und einer vierten Metalllage (6) bedeckt sind und die Innenwände (40') der zweiten Sacklöcher (4') mit der vierten Metalllage (6) bedeckt sind, womit ein thermoelektrischer Sensor (10) mit einem zur Bestrahlungs-seite (O) hin geschlossenen Körper ausgebildet ist.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung beschreibt einen thermoelektrischen Sensor zur Messung von Thermospannungen mit einer Bestrahlungsseite und einer Montageseite, umfassend eine Mehrzahl von Thermoelementen mit Messübergängen, welche durch Übergänge einer ersten Metalllage und einer zweiten Metalllage jeweils zu einer weiteren Metalllage übergehend gebildet sind, wobei die beiden Metalllagen eine elektrisch isolierende Matrixlage sandwichartig umgeben, sowie ein Verfahren zur Herstellung eines thermoelektrischen Sensors.

Stand der Technik

[0002] Es sind verschiedene thermoelektrische Sensoren zur Messung elektromagnetischer Strahlung oder von Wärmeflüssen bzw. Wärmeströmen bekannt, die in verschiedenen Gebieten der Industrie eingesetzt werden. Als Strahlungssensoren, welche durch Messung der Temperaturdifferenz bzw. des Wärmeflusses Aussagen über die eingestrahlte Strahlungsleistung, beispielsweise Laserleistung, erlauben, können Wärmeflussensoren eingesetzt werden.

[0003] Beispielsweise können solche Strahlungssensoren in Pyranometern, Pyrhielometern oder in Laserleistungsmessgeräten eingesetzt werden, beispielsweise zur Kontrolle von Laserstrahlen im Bereich der Prozesstechnik beim Schweißen oder Schneiden oder auch in der Medizintechnik. Durch Bestrahlung einer Bestrahlungsseite, werden unterschiedliche Sensorbereiche unterschiedlich erwärmt, wobei durch Ausnutzung des thermoelektrischen Effektes Temperaturen und Temperaturunterschiede gemessen werden können, aus welchen dann auf die Bestrahlungsleistung zurückgeschlossen werden kann. Wird ein Wärmeflussensor mit einer Strahlungsabsorptionslage ausgestattet, kann er strahlungsseitig so verändert werden, dass die spektrale Strahlungsabsorption in geeigneten Wellenlängenbereichen hoch ist und er als Strahlungssensor eingesetzt werden kann. Entsprechend dient die Strahlungsabsorptionslage zur Erhöhung der Robustheit des Sensors.

[0004] In der US 434 960 wird ein thermoelektrischer Sensor in Form eines Wärmeflussensors beschrieben, welcher aus einer gelochten Leiterplatte, nach Durchführung von Metallbeschichtungen mittels unterschiedlicher Beschichtungsmethoden und Ätzprozesse herstellbar ist, wobei eine Vielzahl von Thermoelementen flächig verteilt angeordnet wird. Mittels des in der US 434 960 vorgestellten Herstellungsverfahrens ist es bereits möglich gewesen, derartige thermoelektrische Sensoren automatisiert mit einer grossflächigen Verteilung der Thermoelemente kostengünstig herzustellen. Das Herstellungsverfahren umfasst teilweise aufwändige bzw. umständliche Beschichtungsschritte, damit ausreichend dicke Metalllagen in der gewünschten alternierenden Form resultieren, wobei die Herstellung einer Strahlungsabsorptionsschicht nicht einmal erwähnt ist. Wenn man derartige Wärmeflussensoren zur Kontrolle von Strahlung, beispielsweise Laserstrahlen einsetzen möchte, muss die Bestrahlungsseite die Laserstrahlen genügend absorbieren können und zusätzlich vor der energiereichen Laserstrahlung geschützt werden, damit sensitive, reproduzierbare und robuste Strahlungssensoren resultieren können. Die Wahl eines möglichst stark hitzebeständigen Materials als Matrixmaterial der Leiterplatte reicht für den Einsatz als langlebiger Strahlungssensoren allein nicht aus. Ausserdem muss vor Auftragung der Strahlungsabsorptionslage eine zusätzliche ebene Schicht zur Fixierung auf der Bestrahlungsseite aufgebracht werden, was die Messwert-erfassung des Sensors langsamer macht.

[0005] Aus der GB 2 218 261 sind weit verbreitete thermoelektrische Sensoren bekannt. Beispielhaft ist in Fig. 1a eine Aufsicht auf eine Bestrahlungsseite eines derartigen Wärmeflussensors dargestellt. Grossflächig sind in einer Matrixlage einer Leiterplatte mehrere Thermoelemente, umfassend unterschiedliche Metallabschnitte mit jeweils einem Messübergang, sogenannte Junctions bildend, in Reihe geschaltet angeordnet. Mittels der Messübergänge können Temperaturen an verschiedenen Positionen und Temperaturunterschiede zwischen Bestrahlungsseite und Montageseite des Wärmeflussensors gemessen werden. Die Schnittdarstellung gemäss Fig. 1b zeigt, dass im Bereich von Durchgangslöchern in der Matrixlage, die unterschiedlichen Metallabschnitte, die Messübergänge bildend, angeordnet sind. Die Messübergänge sind dabei auf unterschiedlichen Seiten der Matrixlage alternierend angeordnet, wobei unebene Oberflächen der Bestrahlungsseite und der Montageseite entstehen. Die Herstellung solcher thermoelektrischer Sensoren findet mit speziellen Siebdruckverfahren teilweise unter Vakuumbedingungen statt, wobei ausgenutzt wird, dass die Metalllagen teilweise durch die Durchgangslöcher in der Matrixlage wandernd, an den Innenwänden der Durchgangslöcher verteilt beschichtet werden.

Das beschriebene Herstellungsverfahren nutzt unterschiedliche Beschichtungsmethoden zur Erreichung der gewünschten Metallabscheidungen und Messübergänge, wobei die Thermoelemente säulenartig die Matrixlage durchsetzend ausgebildet werden. Soll ein solcher Wärmeflussensor als Strahlungssensor eingesetzt werden, dann ist eine zusätzliche Schicht ohne Löcher nötig, auf welche die Strahlungsabsorptionslage homogen aufgetragen werden kann. Da diese zusätzliche Schicht sowohl thermische Masse und thermischen Widerstand als auch durch die Befestigung eines Klebers einen zusätzlichen thermischen Widerstand dem Gesamtsystem zufügt, wird die Ansprechzeit eines solchen Strahlungssensors erhöht. Durch die Perforation des Wärmeflussensors ist die Aufbringung einer Strahlungsabsorptionslage direkt auf die Sensoroberfläche schwierig. Da die Oberfläche der Montageseite uneben ist, ist die Anordnung eines Kühlkörpers ebenfalls schwierig. Es müsste eine weitere zusätzliche ebene Schicht zur Fixierung des Kühlkörpers aufgebracht werden, was ebenfalls die Messwert-erfassung des Sensors negativ beeinflusst. Der Einsatz eines solchen Wärmeflussensors als Strahlungssensor scheint nur bedingt möglich.

[0006] Bislang ist kein Strahlungssensor bekannt, welcher sich einfach automatisiert und kostengünstig herstellen lässt. Es ist ebenfalls nicht bekannt, wie ein Strahlungssensor unkompliziert homogen reproduzierbar mit einer Strahlungsabsorptionslage beschichtet herstellbar und zusätzlich noch einfach mit einem Kühlkörper optimal verbindbar ist. Dies ist aber zwingend notwendig, um möglichst schnelle, reproduzierbare, sensitive und robuste Strahlungssensoren zu erreichen.

[0007] Auch die aus der US 4 197 738 bekannten Wärmeflussensoren sind nicht einfach direkt mit einer Strahlungsabsorptionslage auf der Bestrahlungsseite ausstattbar. Beschichtet man den Wärmeflussensor auf seiner Bestrahlungsseite mit einer Absorberschicht mittels eines geeigneten Verfahrens wie Sprühbeschichtung, Pulverbeschichtung, Siebdruck oder Bedampfungsverfahren, muss für optimale Sensoreigenschaften gewährleistet sein, dass die Beschichtung nur im Bereich der Oberfläche stattfindet. Dazu müsste der Fachmann ein weiteres geeignetes Beschichtungsverfahren wählen oder eventuell einen speziellen Kühlkörper vorher auf der Montageseite des Strahlungssensors montieren, der die Beschichtung auf die Oberfläche begrenzt. Das Herstellungsverfahren würde auch verkompliziert und die Ansprechzeit des Sensors erhöht wenn eine Abdeckschicht auf der Bestrahlungsseite aufgebracht würde, bevor die Strahlungsabsorptionslage aufgebracht wird.

Darstellung der Erfindung

[0008] Die vorliegende Erfindung hat sich zur Aufgabe gestellt thermoelektrische Sensoren in Form von Strahlungssensoren bereitzustellen, welche einfach und kostengünstig herstellbar sind, elektromagnetische Strahlung, beispielsweise Laserstrahlung, effizient absorbieren, sowie schnelle Signalanstiegszeiten aufweisen.

[0009] Es war ausserdem die Aufgabe der Erfindung, ein Herstellungsverfahren für Strahlungssensoren bereitzustellen, welches eine vereinfachte reproduzierbare und kostengünstige Herstellung von Strahlungssensoren basierend auf Wärmeflussensoren erlaubt, wobei vor allem auch die Aufbringung einer Strahlungsabsorptionslage vereinfacht ist.

[0010] Durch das erfindungsgemässe Herstellungsverfahren lassen sich robuste Strahlungssensoren herstellen, deren Ansprechgeschwindigkeit und Sensitivität erleichtert auf den Verwendungszweck anpassbar ist.

[0011] Es sind Strahlungssensoren erreichbar, welche eine grossflächige Verteilung der Thermoelemente bis in den Randbereich des Strahlungssensors aufweisen, wobei die Strahlungsabsorptionslage reproduzierbar einfach die gesamte Bestrahlungsseite des thermoelektrischen Sensors bedeckt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0012] Bevorzugte Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstandes eines thermoelektrischen Sensors, sowie eines Herstellungsverfahrens werden nachstehend im Zusammenhang mit den anliegenden Zeichnungen beschrieben.

- Fig. 1a zeigt eine Aufsicht auf einen Wärmeflussensor gemäss Stand der Technik, während
- Fig. 1b eine Schnittansicht des Wärmeflussensors gemäss Stand der Technik zeigt.
- Fig. 2a zeigt eine Schnittansicht eines erfindungsgemässen Strahlungssensors mit angedeuteten Messübergängen zwischen Metalllagen bestehend aus unterschiedlichen Metallen, während
- Fig. 2b eine teilweise Aufsicht auf die Bestrahlungsseite O eines Strahlungssensors zeigt.
- Fig. 3a) bis 3f) zeigen jeweils Schnittansichten der einzelnen Schritte des erfindungsgemässen Herstellungsverfahrens eines Strahlungssensors, während
- Fig. 4a) und 4b) Schnittansichten des Strahlungssensors nach Beschichtung mit einer Strahlungsabsorptionslage und nach Montage auf einem Kühlkörper zeigen.

Beschreibung

[0013] Ein erfindungsgemässer thermoelektrischer Sensor 10 wird von einem Körper aus mehreren Lagen unterschiedlichen Materials gebildet und weist mehrere Thermoelemente jeweils mit einem Messübergang M auf, an welchen mittels Abgriff einer Thermospannung unterschiedliche Temperaturen auf einer Bestrahlungsseite O und einer Montageseite U ermittelbar sind. Je nachdem auf welcher Seite die Messübergänge M angeordnet sind, werden unterschiedliche Thermospannungen und damit verschiedene Temperaturen gemessen. Beim Messübergang M befindet sich jeweils ein Übergang von einem Metall zu einem anderen Metall bzw. Legierung. Ein derartiger thermoelektrischer Sensor 10 kann auch als Thermosäule mit mehreren Thermoelementen bezeichnet werden.

[0014] Durch möglichst grossflächige laterale Verteilung der Thermoelemente entlang des Körpers bzw. im Körper des thermoelektrischen Sensors 10 können Wärmeflüsse, die an verschiedenen Stellen des thermoelektrischen Sensors 10 auftreten, gemessen werden. Um möglichst gute Messergebnisse zu erreichen, sollten möglichst viele Thermoelemente mit Messübergängen M grossflächig verteilt sein, damit der thermoelektrische Effekt möglichst oft ausgenutzt werden

kann. Dem Fachmann sind einsetzbare Metalle bzw. Metalllegierungen bekannt. Hier wird unter einer Metalllage auch eine Metalllegierungslage verstanden.

[0015] Der thermoelektrische Sensor 10 wird hier beispielhaft als Strahlungssensor 10 eingesetzt, wobei einfallende elektromagnetische Strahlung durch die Pfeile in Fig. 2a angedeutet ist. Durch die Einstrahlung, beispielsweise einer Laserstrahlung von der Bestrahlungsseite O entsteht ein Temperaturgradient im Körper des Strahlungssensors 10 und unterschiedliche Temperaturen sind an den Messübergängen M im Bereich der Bestrahlungsseite O und der Montageseite U messbar.

[0016] Der Strahlungssensor 10 weist eine elektrisch isolierende Matrixlage 3 auf, welche zum einen von einer ersten Metalllage 1 zur Bestrahlungsseite O hin bedeckt ist und zum anderen von einer zweiten Metalllage 2 zur Montageseite U hin bedeckt ist. Es sind erste Sacklöcher 4 und zweite Sacklöcher 4' von der Montageseite U in Richtung Bestrahlungsseite O hin orientiert die Matrixlage 3 vollständig querend in Querrichtung Q angeordnet. Die ersten und zweiten Sacklöcher 4, 4' sind dabei unterschiedlich beschichtet.

[0017] Die zweite Metalllage 2 und die Innenwände 40 der ersten Sacklöcher 4 bedeckend, ist eine dritte Metalllage 5 angeordnet. Diese dritte Metalllage 5 bedeckt die zweite Metalllage 2 und die Innenwände 40 dabei direkt. Die bedeckten Innenwände 40 der ersten Sacklöcher 4 weiter sukzessive bedeckend ist eine vierte Metalllage 6 angeordnet, welche die dritte Metalllage 5 und die zweite Metalllage 2 bedeckt. Wie in Fig. 2a gezeigt, ist auf die Innenwände 40' der zweiten Sacklöcher 4' nur die vierte Metalllage 6 aufgebracht.

[0018] Je nach verwendetem Beschichtungsverfahren kann auch die erste Metalllage 1 mit der dritten Metalllage 5 und/oder der vierten Metalllage 6 bedeckt sein, was aber nicht zwingend nötig ist.

[0019] Die Messübergänge M sind hier von der ersten Metalllage 1 zur vierten Metalllage 6 bzw. von der zweiten Metalllage 2 bzw. dritten Metalllage 5 zur vierten Metalllage 6 im Körper des thermoelektrischen Sensors 10 zwischen erster Metalllage 1 und zweiter Metalllage 2 ausgebildet.

[0020] Beispielhaft wurde hier Kupfer als Material für die erste, zweite und dritte Metalllage 1, 2, 5 und Nickel für die vierte Metalllage 6 benutzt. Dadurch wird eine Mehrzahl von Cu/Ni-Messübergängen M erreicht.

[0021] Der Temperaturgradient über den Strahlungssensor 10 führt zu einer Thermospannung entlang jedes einzelnen Thermoelements. Die Summe der Thermospannungen jedes Thermoelements wird mit einer nicht dargestellten Messelektronik gemessen. Um den Strahlungssensor 10 mit einem nicht dargestellten Verstärker bzw. der Messelektronik und Messverkabelung zu versehen, sind Unterbrüche 7 zur elektrischen Kontaktierung in der ersten Metalllage 1 in Richtung Matrixlage 3 und Unterbrüche 8 zur elektrischen Kontaktierung in der zweiten Metalllage 2 in Richtung Matrixlage 3, die jeweilige Metalllage 1, 2 vollständig querend, angebracht. Durch die Unterbrüche 7, 8 werden die Thermoelemente elektrisch in Serie geschaltet. Die Unterbrüche 7, 8 können dabei mit bekannten Mitteln der Leiterplattenherstellung erstellt werden und dienen zur elektrischen Verbindung.

[0022] Der Strahlungssensor 10 weist einen von der Montageseite U durch die Sacklöcher 4, 4' offen gestalteten Körper auf, wobei eine säulenartige Struktur in Querrichtung Q ausgedehnt ausgebildet sind. Wärmeenergie kann entsprechend in Querrichtung Q von der Bestrahlungsseite O zur Montageseite U hin einfach abfließen. Der Körper des Strahlungssensors 10 weist eine bis auf die Sacklöcher 4, 4' eben ausgebildete Montageseite U auf, wobei die Sacklöcher 4, 4' Öffnungen des Körpers zur Montageseite U darstellen. Da von der Bestrahlungsseite O keine Öffnungen in den Körper des Strahlungssensors 10 vorgesehen sind und keine Zugänge zur Matrixlage 3 von der Bestrahlungsseite O vorhanden sind, wird der Körper des Strahlungssensors 10 als zur Bestrahlungsseite O geschlossen bezeichnet.

[0023] Aufgrund der Bauform kann ein gezeigter Strahlungssensor 10 in einem Massenherstellungsverfahren kostengünstig hergestellt werden, wobei Messgeschwindigkeit und Sensitivität nebst Variation der Dicke der Matrixlage 3 auch durch die Anpassung der Formgebung der Messübergänge M anpassbar sind. Die Durchmesser der Sacklöcher 4, 4' sowie die Dicken der Metalllagen 1, 2, 5, 6 können unterschiedlich gross ausgeführt sein.

[0024] Soll der Strahlungssensor 10 als Laserleistungssensor verwendet werden, so ist vor allem eine hohe Breitbandabsorption und Robustheit gegen Laserstrahlung zu erreichen, was hier erreicht wird. Kohlendioxidlaser mit einer elektromagnetischen Wellenlänge von ungefähr 10.6 μm , beispielsweise bekannt im Bereich Laserschneiden, werden heute mit Strahlleistungen bis zu einigen Kilowatt verwendet. Zur Leistungsmessung eines derartigen Laserstrahls, beispielsweise zur Nachregelung der Strahlleistung, sollte der Strahlungssensor 10 vor der Bestrahlung eine zusätzliche Strahlungsabsorptionslage 9, die erste Metalllage 1 bzw. die Bestrahlungsseite O bedeckend aufweisen. Andernfalls kann die Bestrahlungsseite O inhomogene und nicht reproduzierbare Strahlungsabsorptionseigenschaften aufweisen und führt die thermische Belastung aufgrund der Laserbestrahlung schnell zu einer Zerstörung des Strahlungssensors 10. Die Strahlungsabsorptionslage 9 bedeckt hier vollflächig die Bestrahlungsseite O und kann etwa die gleiche Lagendicke wie die erste Metalllage 1 aufweisen. Es ist eine flache und homogen Beschichtung erreicht, wobei aufgrund des geschlossenen Körpers des Strahlungssensors 10 zur Bestrahlungsseite O eine Beschichtung vereinfacht möglich ist.

[0025] Zur weiteren Steigerung der Widerstandsfähigkeit kann ein Kühlkörper 11 auf der Montageseite U des Strahlungssensors 10 angebracht sein, womit Wärme abgeleitet wird. Der Kühlkörper 11 ist in der Regel über eine geeignete thermisch leitfähige und elektrisch isolierende Verbindungsschicht mit dem Sensor 10 verbunden beispielsweise durch eine Klebeschicht K.

[0026] Die Aufsicht auf die Bestrahlungsseite O des Strahlungssensors 10 gemäss Fig. 2b zeigt die grossflächige Verteilung der Thermolemente und die Unterbrüche 7 in der ersten Metalllage 1. Zur besseren Darstellung ist die Strahlungsabsorptionslage 9 weggelassen worden. Die zur Bestrahlungsseite O geschlossene Gestaltung des Körpers des Strahlungssensors 10 ist deutlich erkennbar, welche eine vereinfachte Beschichtung mit der Strahlungsabsorptionslage 9 gestattet.

[0027] Um die oben beschriebenen thermoelektrischen Sensoren 10, insbesondere zur Verwendung als Strahlungssensoren herzustellen, wird ein mögliches Herstellungsverfahren im Folgenden beschrieben.

[0028] Dafür geht man von einer Leiterplatte 0, umfassend die Matrixlage 3, aus, wobei die erste Metalllage 1 und die zweite Metalllage 2 jeweils auf einander gegenüberliegenden Oberflächen der Leiterplatte 0, auf der späteren Bestrahlungsseite O und der Montageseite U, aufgebracht sind. Die Lagendicken der ersten und zweiten Metalllage 1, 2 liegen üblicherweise im Bereich von 10 um bis 150 um. Die Beschichtung der Leiterplatten 0 mit Metallen ist dem Fachmann bekannt. Hier wird beispielhaft die erste und die zweite Metalllage 1, 2 jeweils aus Kupfer hergestellt, wobei auch die Lagendicken identisch sind.

[0029] Das Material der Matrixlage 3 muss ein elektrisch isolierendes und ein möglichst temperaturresistentes Material sein. Bevorzugt wird ein faserverstärkter Kunststoff, beispielsweise ein Glasfasergewebe oder ein Glasvlies getränkt in Epoxidharz oder Polyimid oder Teflon mit Glasfasern verstärkt oder ein Keramikmaterial, wie Aluminiumoxid gewählt.

1. Sacklochbohrungsschritt

[0030] In die beschichtete Leiterplatte 0 werden die ersten Sacklöcher 4, von der Montageseite U in Richtung Bestrahlungsseite O verlaufend, die zweite Metalllage 2 und die Matrixlage 3 vollständig querend, angeordnet. Dies kann mit geeigneten Lasern oder durch mechanisches Bohren durchgeführt werden. Dem Fachmann sind aus dem Bereich der Leiterplattenherstellung Verfahren zur Erzeugung von Sacklöchern bekannt. Wie in Fig. 3b dargestellt, können die ersten Sacklöcher 4 teilweise bis in die erste Metalllage 1 führend eingebracht sein. Es darf aber in keinem Fall ein Durchgangsloch erzeugt werden.

1. Beschichtungsschritt

[0031] Anschliessend wird die aufgebohrte Leiterplatte 0 von der Montageseite U oder Sensorunterseite U mit einer dritten Metalllage 5 beschichtet. Diese dritte Metalllage 5 bedeckt die zweite Metalllage 2 und die Innenwände 40 der ersten Sacklöcher 4. Wie in der Leiterplattenbeschichtung bekannt, wird hier eine Kupferbeschichtung mittels chemischen Kupferbeschichtungsprozess (stromlos), gefolgt von einer galvanischen ström geführten Kupferabscheidung durchgeführt.

[0032] Das Resultat ist die in Fig. 3c dargestellte einfache Beschichtung der Innenwände 40 der ersten Sacklöcher 4 mit einer Kupferlage 5 und die doppelte Kupferbeschichtung der zweiten Metalllage 2.

[0033] Wird ein chemischer Beschichtungsprozess benutzt, wird optional auch die dritte Metalllage 5 zusätzlich auf die erste Metalllage 1 aufgebracht, indem eben auch die Bestrahlungsseite O mit beschichtet wird. Dieser Vorgang ist hier nicht dargestellt.

2. Sacklochbohrungsschritt

[0034] Anschliessend werden nun die zweiten Sacklöcher 4' ebenfalls von der Montageseite U in Richtung Bestrahlungsseite O verlaufend, durch bekannte Mittel, die dritte Metalllage 5, die zweite Metalllage 2 sowie die Matrixlage 3 vollständig querend, eingebracht. Auch hier können die zweiten Sacklöcher 4' bis teilweise in die erste Metalllage 1 reichend, eingebohrt sein, solange die erste Metalllage 1 zur Bestrahlungsseite O hin geschlossen bleibt. Damit ist ein thermoelektrischer Sensor 10 mit einem zur Bestrahlungsseite O geschlossenen Körper erreichbar, was zwingend notwendig ist.

2. Beschichtungsschritt

[0035] Nach dem zweiten Sacklochbohrungsschritt, findet eine Beschichtung von der Montageseite U aus unter Ausbildung einer vierten Metalllage 6 statt, dessen Resultat in Fig. 3e dargestellt ist. Die vierte Metalllage 6 bedeckt flächig die Innenwände 40' der zweiten Sacklöcher 4' direkt, sowie die Abschnitte mit der vorher aufgebachten dritten Metalllage 5 entlang der Innenwände 40 der ersten Sacklöcher 4 und auf der bedeckten zweiten Metalllage 2. Zur Bildung der Messübergänge M, sind Kontaktstellen zwischen erster Metalllage 1 und vierter Metalllage 6, sowie zwischen zweiter Metalllage 2 und vierter Metalllage 6 ausgebildet. Die Messübergänge M aus verschiedenen Metallen bilden die Thermolemente an denen unterschiedliche Spannungen aufgrund von Temperaturunterschieden messbar sind.

[0036] Sollte optional in einer chemischen Beschichtung die dritte Metalllage 5 auch auf die erste Metalllage 1 von der Bestrahlungsseite O her aufgebracht worden sein, dann kann optional auch die vierte Metalllage 6 von der Bestrahlungsseite O auf die dritte Metalllage 5 und erste Metalllage 1 zusätzlich aufgebracht werden, was hier aber nicht gezeigt ist.

[0037] Die vierte Metalllage 6 ist hier aus Nickel gewählt. Die Nickelbeschichtung wird optimaler Weise durch einen chemischen Beschichtungsschritt erreicht, woran optional eine galvanische Abscheidung angeschlossen werden kann.

[0038] Um die Thermolemente umfassend unterschiedliche Metalle und Messübergänge elektrisch alternierend in Serie zu schalten, werden in einem Ätzprozess Unterbrüche 7 in die erste Metalllage 1 auf der Bestrahlungsseite O eingebracht.

Von der Montageseite U werden zudem Unterbrüche 8 in die zweite Metalllage 2 bzw. die dritte 5 und vierte Metalllage 6 eingebracht, welche die Metalllagen 1, 2, 5, 6 in der Ebene unterteilen, sodass Kurzschlüsse vermieden werden und die Thermospannungen der Thermoelemente messbar sind. Die Unterbrüche 7, 8 können mittels photolithographischer Strukturierung und einem anschliessenden Ätz-Schritt oder mittels Laserstrahl oder einer Kombination von photolithographischer Strukturierung, Laserstrahl und Ätz-Schritt geschaffen werden. Dabei müssen die Unterbrüche 7, 8 zwingend bis zur elektrisch isolierenden Matrixlage 3 reichen.

[0039] Wenn für die Schaffung der Unterbrüche 7, 8 ein Laserschneidverfahren genutzt wird, sind geringe Einschnitte in die Matrixlage 3, wie in Fig. 3f gezeigt, üblich. Derartige Einschnitte stören nicht, entscheidend ist aber, dass keine Durchgänge auf Höhe der ersten und/oder zweiten Sacklöcher 4, 4' geschaffen werden, da ansonsten unerwünschte Durchgangslöcher resultieren würden.

[0040] Hier sind die Cu-Metalllage 1 und die Cu/Ni-Metalllage 2, 5, 6 mittels eines Lasers bearbeitet.

[0041] Durch die Gestaltung des thermoelektrischen Sensors 10 mit einem zur Bestrahlungsseite O geschlossenen Körper, findet die Strahlungsabsorption über das gesamte Wellenlängenspektrum ausschliesslich wie gewünscht auf der Bestrahlungsseite O statt.

[0042] Wie in Fig. 4a gezeigt, kann der thermoelektrische Sensor 10 zusätzlich durch eine Strahlungsabsorptionslage 9 bedeckt werden. Dazu wird ein entsprechendes Material auf die Bestrahlungsseite O aufgebracht, wodurch eine flächige Bedeckung des thermoelektrischen Sensors 10 samt der ersten Metalllage 1 auf der Bestrahlungsseite O erfolgt. Dem Fachmann sind geeignete Materialien für derartige Strahlungsabsorptionslagen 9, sowie Beschichtungsverfahren bekannt.

[0043] Üblicherweise wird der thermoelektrische Sensor 10 zusätzlich noch auf einem Kühlkörper 11 angeordnet. Dazu wird eine Klebeschicht K oder allgemein elektrisch isolierende Schicht K zwischen der Montageseite U des thermoelektrischen Sensors 10 und dem Kühlkörper 11 aufgebracht, mit welcher die beiden Elemente thermisch leitend verbunden werden. Klebematerialien und/oder Isolationsmaterial sollten eine möglichst hohe Wärmeleitfähigkeit aufweisen. Ein auf einem Kühlkörper stoffschlüssig fixierter thermoelektrischer Sensor 10 hat die gewünschten wärmeableitenden Eigenschaften und führt zu einem äusserst robusten Aufbau. Bei Bestrahlung des thermoelektrischen Sensors 10 mit einem Hochleistungslaser werden schnell und punktuell hohe Strahlungsleistungen auf die Bestrahlungsseite O eingestrahlt. Durch die Gestaltung des Körpers des thermoelektrischen Sensors 10, die Strahlungsabsorptionslage 9 und die Fixierung auf einem Kühlkörper 11 kann die resultierende Wärmeenergie wunschgemäss abgeleitet werden.

[0044] Die Durchmesser der ersten und zweiten Sacklöcher 4, 4' sind hier jeweils gleich gross gewählt, können aber in der Praxis unterschiedlich gewählt sein. Auch die Lagendicken der Metalllagen 1, 2, 5, 6 können auf die verwendeten Metalle abgestimmt unterschiedlich sein. Da Nickel eine geringere Leitfähigkeit besitzt, können Lagendicken von Nickellagen wesentlich grösser als die Lagendicken von Kupferlagen sein. Durch Abstimmung der Lagendicken können Messgeschwindigkeit und Sensitivität des resultierenden Strahlungssensors 10 einfach variiert werden.

[0045] Um die thermische Anbindung weiter zu verbessern, können die ersten Sacklöcher 4 vollständig mit Kupfer gefüllt werden («via fill») und/oder mit einem Isolator gefüllt und metallisiert werden (resin via filling plus copper capping). Dem Fachmann sind aus dem Bereich der Leiterplattenherstellung Verfahren zur Erzeugung von gefüllten und/oder übermetallisierten Sacklöchern bekannt.

[0046] Um dem thermoelektrischen Sensor 10 einen Korrosionsschutz zu verleihen, kann die Bestrahlungsseite O mit einer Nickelschicht beschichtet werden, bevor die Strahlungsabsorptionslage 9 aufgebracht wird.

Bezugszeichenliste

[0047]

- 0 Leiterplatte
- 1 erste Metalllage
- 2 zweite Metalllage
- 3 Matrixlage
- 4 erste Sacklöcher
 - 40 Innenwände
- 4' zweite Sacklöcher
 - 40' Innenwände
- 5 dritte Metalllage/Kupferbeschichtung
- 6 vierte Metalllage

- 7 Unterbrüche / elektrische Kontaktierung in erster Metalllage
- 8 Unterbrüche / elektrische Kontaktierung in zweiter Metalllage
- 9 Strahlungsabsorptionslage
- 10 Thermoelektrischer Sensor
- 11 Kühlkörper
- O Bestrahlungsseite/Sensoroberseite
- U Montageseite/Sensorunterseite
- M Messübergang
- Q Querrichtung
- K Verbindungsschicht/Klebeschicht

Patentansprüche

1. Thermoelektrischer Sensor (10) zur Messung von Thermospannungen mit einer Bestrahlungsseite (O) und einer Montageseite (U), umfassend eine Mehrzahl von Thermoelementen mit Messübergängen (M), welche durch Übergänge einer ersten Metalllage (1) und einer zweiten Metalllage (2) jeweils zu einer weiteren Metalllage übergehend gebildet sind, wobei die beiden Metalllagen (1, 2) eine elektrisch isolierende Matrixlage (3) sandwichartig umgeben, dadurch gekennzeichnet, dass von der Montageseite (U) eine Mehrzahl von ersten und zweiten Sacklöchern (4, 4') die zweite Metalllage (2) und die Matrixlage (3) vollständig querend in Querrichtung (Q) in Richtung erster Metalllage (1) reichend angeordnet ist, wobei die Innenwände (40) der ersten Sacklöcher (4) mit einer dritten Metalllage (5) und sukzessiv einer vierten Metalllage (6) bedeckt sind und die Innenwände (40') der zweiten Sacklöcher (4') mit der vierten Metalllage (6) bedeckt sind, womit der thermoelektrische Sensor (10) mit einem zur Bestrahlungsseite (O) hin geschlossenen Körper ausgebildet ist.
2. Thermoelektrischer Sensor (10) nach Anspruch 1, wobei die Messübergänge (M) von der ersten Metalllage (1) zur vierten Metalllage (6) bzw. von der zweiten Metalllage (2) zur vierten Metalllage (6) im Körper des thermoelektrischen Sensors (10) zwischen erster Metalllage (1) und zweiter Metalllage (2) liegend ausgebildet sind.
3. Thermoelektrischer Sensor (10) nach Anspruch 1, wobei auf der Bestrahlungsseite Unterbrüche (7) zur elektrischen Kontaktierung in der ersten Metalllage (1) ausgespart sind und auf der Montageseite (U) Unterbrüche (8) die zweite Metalllage (2), die dritte Metalllage (5) und die vierte Metalllage (6) querend zur elektrischen Kontaktierung ausgespart sind.
4. Thermoelektrischer Sensor (10) nach Anspruch 3, wobei auf die Bestrahlungsseite (O) des geschlossenen Körpers, die erste Metalllage (1) und die Unterbrüche (7) zur elektrischen Kontaktierung der ersten Metalllage (1) bedeckend, direkt eine Strahlungsabsorptionslage (9) aufgebracht ist.
5. Thermoelektrischer Sensor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei auf der Montageseite (U) des thermoelektrischen Sensors (10) ein Kühlkörper (11) mit einer Klebeschicht (K) aufgebracht ist.
6. Thermoelektrischer Sensor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die ersten und zweiten Sacklöcher (4, 4') teilweise in die erste Metalllage (1) hineinragend angeordnet sind.
7. Thermoelektrischer Sensor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Durchmesser der ersten Sacklöcher (4) ungleich den Durchmessern der zweiten Sacklöcher (4') sind.
8. Thermoelektrischer Sensor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Lagendicke der ersten Metalllage (1) grösser als die Lagendicke der zweiten Metalllage (2) und/oder die Lagendicke der vierten Metalllage (6) grösser als die Lagendicke der dritten Metalllage (5) ausgeführt ist.
9. Thermoelektrischer Sensor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei als Material für die Matrixlage (3) ein hochtemperaturstabiles Polymer gewählt ist.
10. Thermoelektrischer Sensor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Material der ersten Metalllage (1) ungleich dem Material der zweiten Metalllage (2) ist, insbesondere Nickel als Material für die erste Metalllage (1) und Kupfer als Material für die zweite Metalllage (2) gewählt ist.
11. Thermoelektrischer Sensor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei Kupfer als Material für die erste Metalllage (1), die zweite Metalllage (2) und die dritte Metalllage (3) gewählt ist, während die vierte Metalllage (6) Nickel umfasst.

12. Thermoelektrischer Sensor (10) nach Anspruch 9 oder 10, wobei die Lagendicke einer Nickel umfassenden Metalllage grösser ist als die Lagendicke der Metalllagen aus Kupfer.
13. Verfahren zur Herstellung eines thermoelektrischen Sensors (10) mit einer Bestrahlungsseite (O) und einer Montage­seite (U), umfassend eine Mehrzahl von Thermoelementen mit Messübergängen (M), welche durch Übergänge einer ersten Metalllage (1) und einer zweiten Metalllage (2) jeweils zu einer weiteren Metalllage übergehend gebildet sind, wobei die beiden Metalllagen (1, 2) eine elektrisch isolierende Matrixlage (3) sandwichartig umgeben, dadurch gekennzeichnet, dass ausgehend von einer Leiterplatte (0) als Matrixlage (3), welche mit der ersten Metalllage (1) auf der Bestrahlungsseite (O) und mit der zweiten Metalllage (2) auf der Montage­seite (U) bedeckt ist, in einem ersten Sacklochbohrungsschritt erste Sacklöcher (4) von der Montage­seite (U) die zweite Metalllage (2) und die Matrixlage (3) vollständig querend in Querrichtung (Q) angeordnet werden, anschliessend die zweite Metalllage (2) und die Innenwände (40) der ersten Sacklöcher (4) in einem ersten Beschichtungsschritt mit einer dritten Metalllage (5) beschichtet werden und in einem zweiten Sacklochbohrungsschritt zweite Sacklöcher (4') von der Montage­seite (U) die dritte Metalllage (5), die zweite Metalllage (2) und die Matrixlage (3) vollständig querend in Querrichtung (Q) angeordnet werden, bevor anschliessend in einem zweiten Beschichtungsschritt die dritte Metalllage (5) und die Innenwände (40') der zweiten Sacklöcher (4') mit einer vierten Metalllage (6) beschichtet werden und Unterbrüche (7), die erste Metalllage (1) querend und Unterbrüche (8), die vierte, dritte und zweite Metalllage (6, 5, 2) querend angebracht werden.
14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei der geschlossene Körper des Sensors (10) nach der Anordnung der Unterbrüche (7) von der Bestrahlungsseite (O) mit einer Strahlungsabsorptionslage (9) beschichtet wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 oder 14, wobei nach der Anordnung der Unterbrüche (8) ein Kühlkörper (11) mittels Klebeschicht (K) auf die Montage­seite (U) des Sensors (10) aufgeklebt wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, wobei die ersten und zweiten Sacklöcher (4, 4') mittels mechanischem Bohren oder mittels Laserstrahlbohren erstellt werden.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16, wobei die ersten und/oder zweiten Sacklöcher (4, 4') teilweise bis in die erste Metalllage (1) führend eingebohrt werden.

FIG. 1a

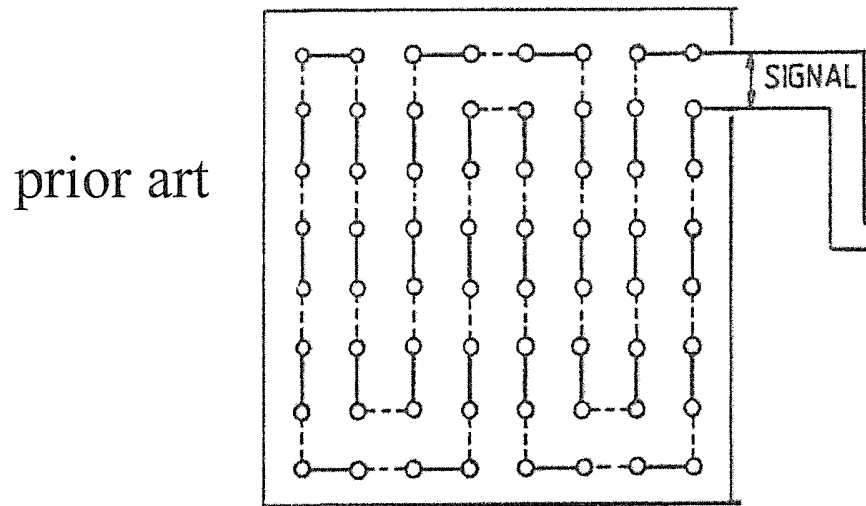
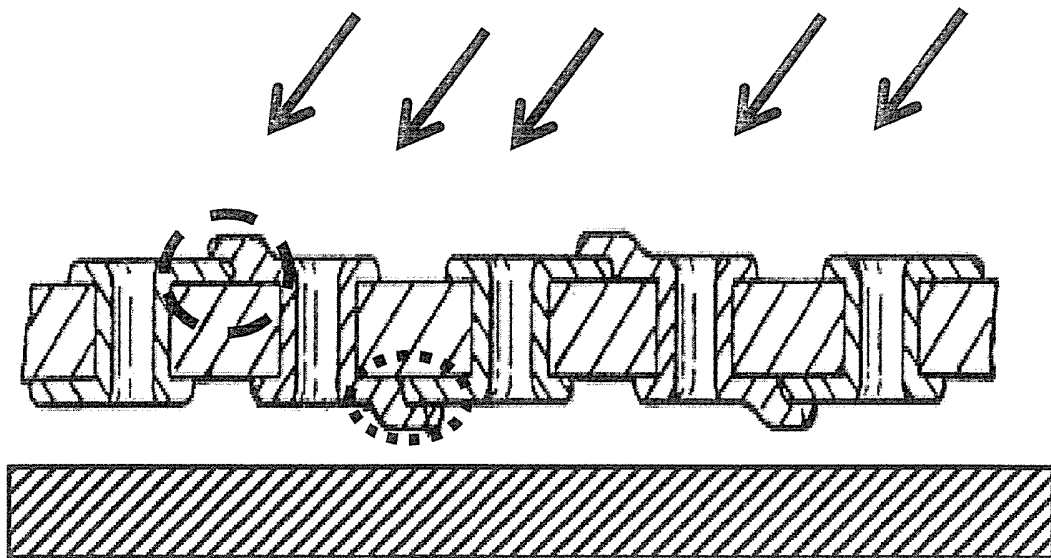


FIG. 1b



prior art

FIG. 2a

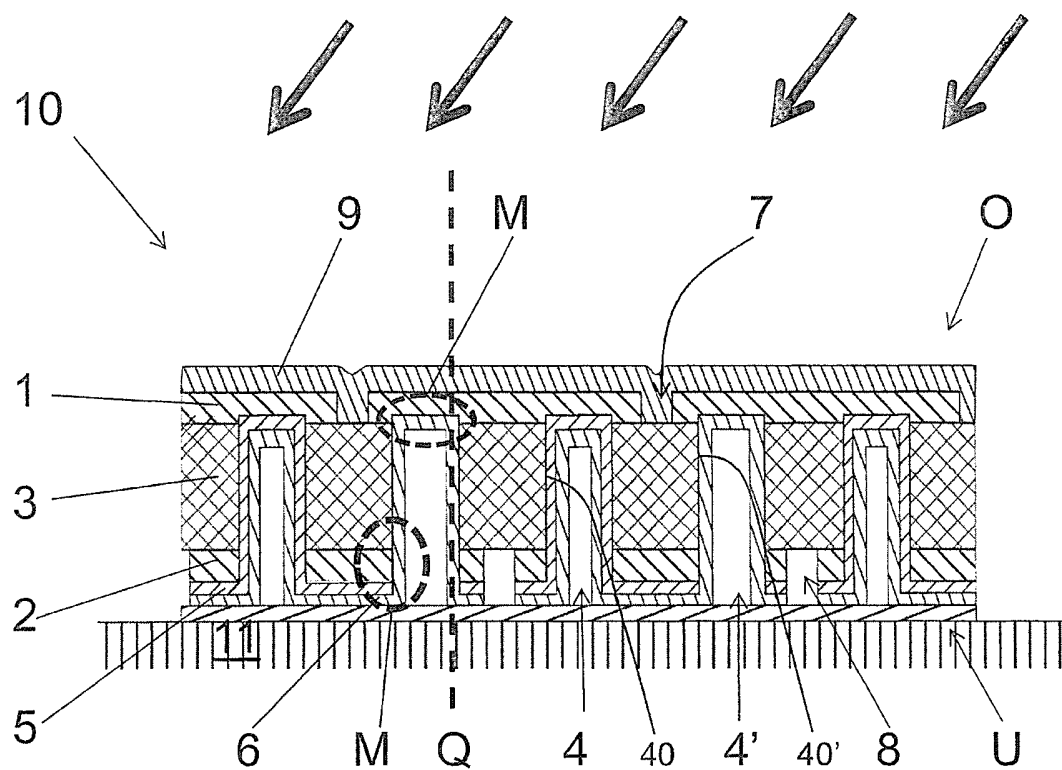
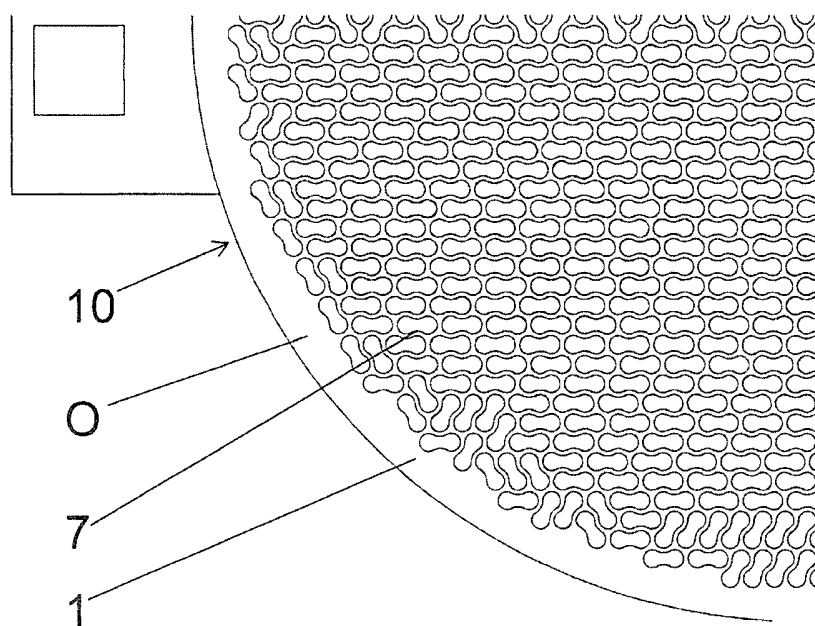


FIG. 2b



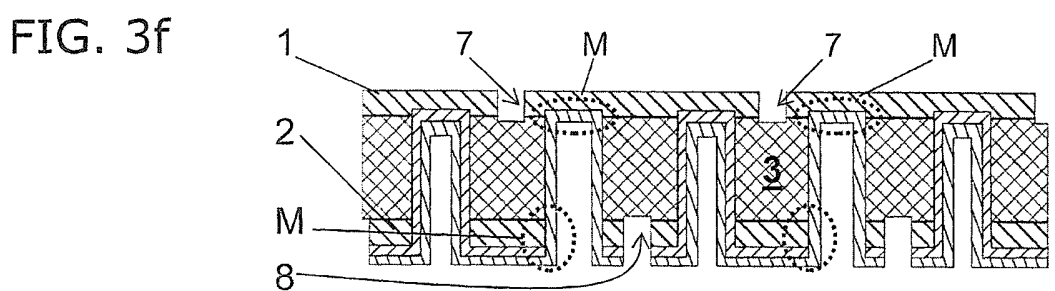
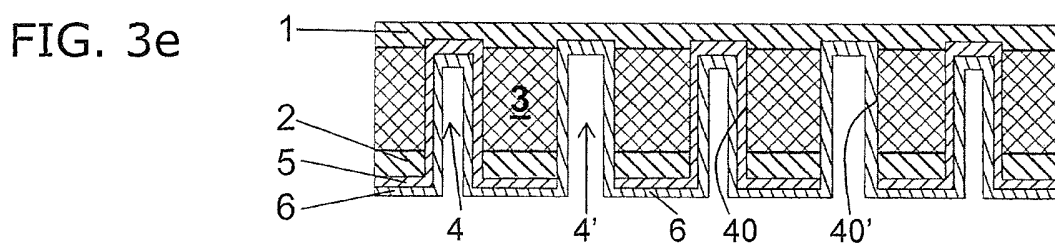
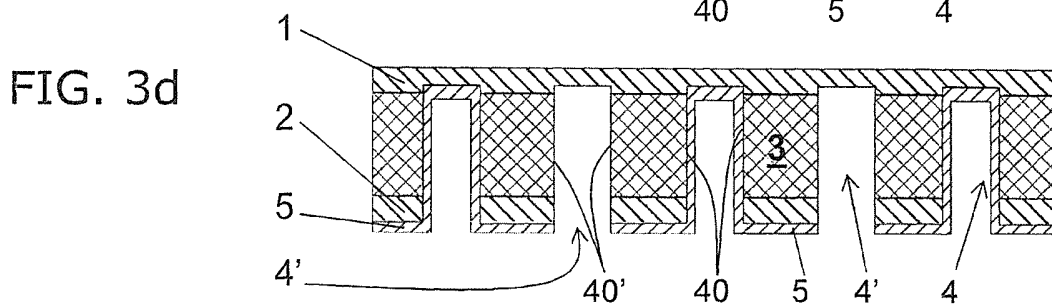
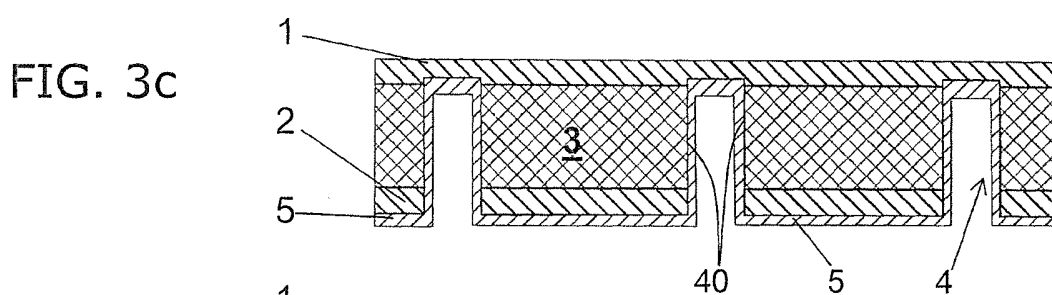
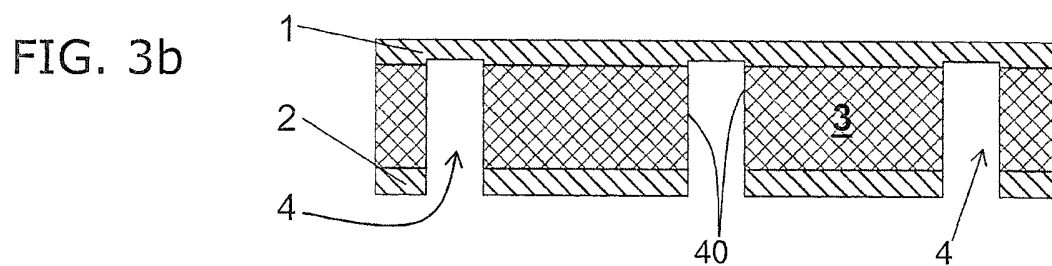
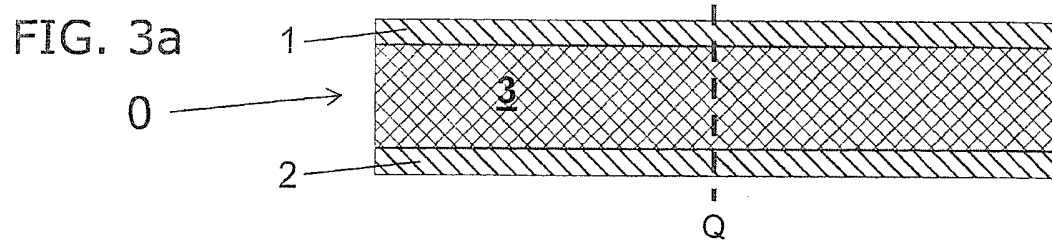


FIG. 4a

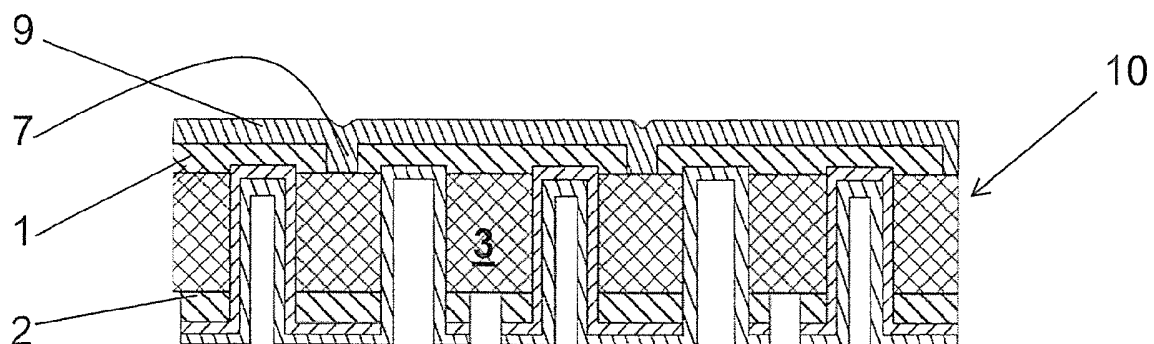
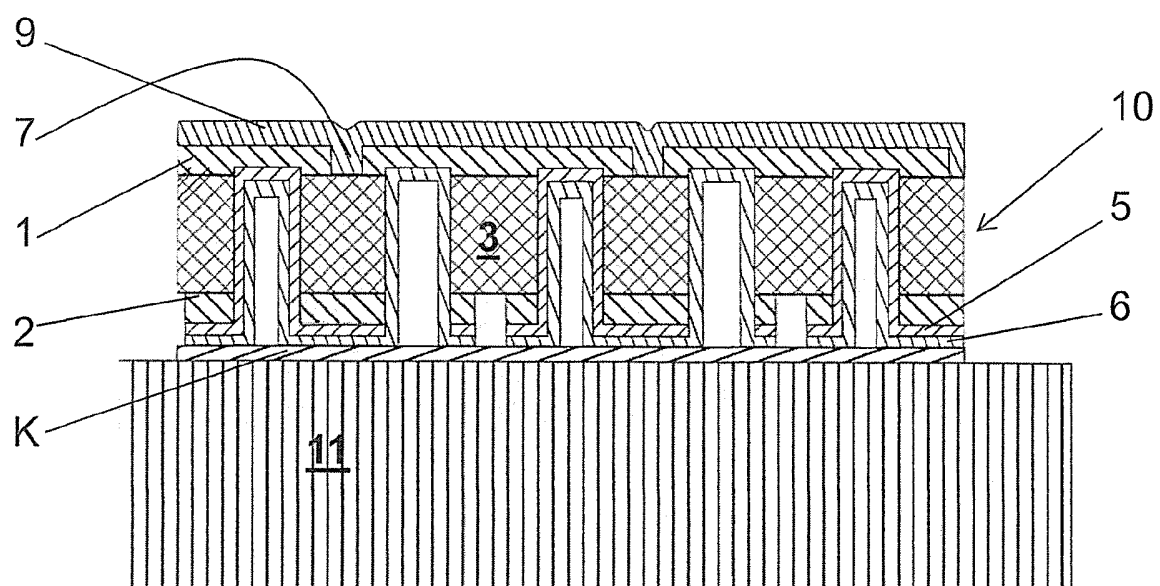


FIG. 4b



**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

KENNZEICHNUNG DER NATIONALEN ANMELDUNG		AKTENZEICHEN DES ANMELDERS ODER ANWALTS	
		GRZ-005-P-CH	
Nationales Aktenzeichen		Anmelderdatum	
162/2015		09-02-2015	
Anmeldefand		Beanspruchtes Prioritätsdatum	
CH			
Anmelder (Name)			
greenTEG AG			
Datum des Antrags auf eine Recherche internationaler Art		Nummer, die die internationale Recherchenbehörde dem Antrag auf eine Recherche internationaler Art zugewiesen hat	
29-04-2015		SN 64012	
I. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (wollen mehrere Klassifikationssymbole zu, so sind alle anzugeben)			
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder sowohl nach der nationalen Klassifikation als auch nach der IPC			
G01K17/00			
II. RESEARCHIERTE SACHGEBIETE			
Recherchierter Mindestprüfstoff			
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole		
IPC	G01K	H01L	G01J
Recherchierte, nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen			
III. <input type="checkbox"/> EINIGE ANSPRÜCHE HABEN SICH ALS NICHT RESEARCHIERBAR ERWIESEN (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)			
IV. <input type="checkbox"/> MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)			

Formblatt PCT/ISA 201 s (11/2000)

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 1622915

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS INV. G01K17/00 ADD.		
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE Rechnerischer Mindestumfang (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01K H01L G01J		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestumfang gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPD-internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE VERÖFFENTLICHUNGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Bez. Anspruch Nr.
A, D	US 4 197 738 A (DEGENNE MICHEL [FR]) 15. April 1980 (1980-04-15) in der Anmeldung erwähnt * Zusammenfassung * * Abbildungen 1, 2 * * Spalte 2, Zeile 63 - Spalte 5, Zeile 4 *	1-17
A	EP 1 073 126 A2 (BERKIN BV [NL]) 31. Januar 2001 (2001-01-31) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1-10 * * Absätze [0009], [0012], [0018] - [0025] *	1-17
A	WO 2014/102242 A2 (GREENTEG AG [CH]) 3. Juli 2014 (2014-07-03) * Zusammenfassung * * Abbildungen 2a-3d * * Seite 7, Zeile 6 - Seite 11, Zeile 12 *	1-17
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam angesehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbereich genannten Veröffentlichung befragt werden soll, oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (siehe ausführlich) *C* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Darstellung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		
T Spätere Veröffentlichung, die nach dem Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *K* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindeter Tätigkeit beruhend betrachtet werden *F* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindeter Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *B* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des tatsächlichen Abschlusses der Recherche internationaler Art 18. Juni 2015		Abschließdatum des Berichts über die Recherche internationaler Art 26 JUN 2015
Name und Postanschrift der internationalen Rechercheeinrichtung Europäische Patentamt, P.B. 5618 Patentleen 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040 Fax (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Stellenhalter Totò, Nicola

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Januar 2004)

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Angaben zu Veröffentlichungen, die mit selben Patentfamilie gehören

Nr. des Antrags auf Recherche

CH 1622015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4197738	A	15-04-1980	CA 1124544 A1 01-06-1982
		DE 2860832 D1 15-10-1981	
		EP 0003271 A1 08-08-1979	
		FR 2413646 A1 27-07-1979	
		JP 55495262 A 27-07-1979	
		JP 56134611 B2 08-08-1986	
		US 4197738 A 15-04-1980	
EP 1073126	A2	31-01-2001	EP 1073126 A2 31-01-2001
		JP 2001050789 A 23-02-2001	
		NL 1012709 C2 01-02-2001	
		US 6511860 B1 28-01-2003	
		US 2003082843 A1 01-05-2003	
WO 2014102242	A2	03-07-2014	CH 707390 A2 30-06-2014
		WO 2014102242 A2 03-07-2014	

Format: PCT/EP/2015 (Antrag Patentfamilie) (Jahr 2015)