

(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  
16. Juli 2020 (16.07.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2020/144012 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01C 7/00 (2006.01) C04B 35/00 (2006.01)  
H01C 7/02 (2006.01) H01C 1/142 (2006.01)  
H01C 7/04 (2006.01) H01C 1/148 (2006.01)  
H01C 17/065 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/085664

(22) Internationales Anmeldedatum:  
17. Dezember 2019 (17.12.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2019 100 316.4  
08. Januar 2019 (08.01.2019) DE

(71) Anmelder: TDK ELECTRONICS AG [DE/DE]; Rosenheimer Str. 141 e, 81671 München (DE).

(72) Erfinder: NADERER, Michael; Eschensiedlung 96, 8530 Deutschlandsberg (AT).

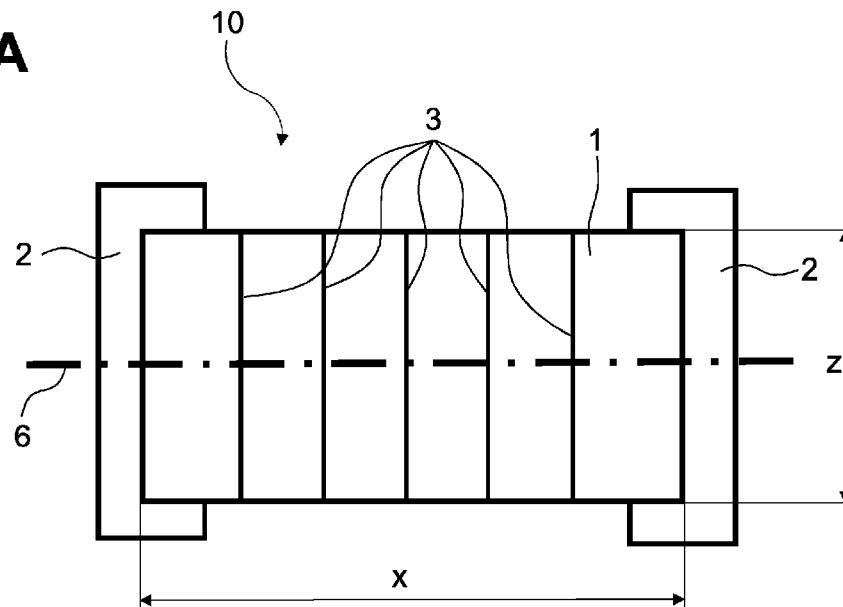
(74) Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH; Schloßschmidstr. 5, 80639 München (DE).

(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, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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,

(54) Title: THERMISTOR AND METHOD FOR PRODUCING SAID THERMISTOR

(54) Bezeichnung: THERMISTOR UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DES THERMISTORS

Fig 2  
A



(57) Abstract: The invention relates to a thermistor (10), having a ceramic main body (1) which contains a ceramic material as the principal constituent, wherein - the ceramic main body (1) has at least one electrically insulating layer (3), - the electrically insulating layer (3) is disposed within the ceramic main body (1), - the electrically insulating layer (3) has a principal component which has a composition differing from the ceramic material.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Thermistor (10) bereitgestellt, der einen keramischen Grundkörper (1), der als Hauptbestandteil ein Keramikmaterial enthält, aufweist, wobei - der keramische Grundkörper (1) wenigstens eine elektrisch isolierende Schicht (3) aufweist, - die elektrisch isolierende Schicht (3) innerhalb des keramischen Grundkörpers (1) angeordnet ist, - die elektrisch isolierende Schicht (3) eine Hauptkomponente enthält, die eine von dem Keramikmaterial verschiedene Zusammensetzung aufweist.



WO 2020/144012 A1

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

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

## Beschreibung

Thermistor und Verfahren zur Herstellung des Thermistors

5 Die Erfindung betrifft einen Thermistor, aufweisend einen keramischen Grundkörper, und ein Verfahren zur Herstellung des Thermistors.

Für die Messung von Temperaturen zur Überwachung und Regelung  
10 in unterschiedlichsten Anwendungen werden überwiegend Thermistoren basierend auf gesinterten Keramikmaterialien verwendet. So können Thermistoren zum Beispiel als Temperaturfühler oder Stromstoßschutz verwendet werden.

15 Aus der DE 2011 081 939 A1 ist ein Thermistor, der einen mehrlagigen Aufbau aufweist, bekannt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es einen Thermistor mit verbesserten Eigenschaften bereitzustellen. Ferner ist es  
20 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Herstellungsverfahren für den Thermistor bereitzustellen.

Die vorliegende Aufgabe wird durch einen Thermistor nach Anspruch 1 gelöst. Weitere Ausführungsformen des Thermistors  
25 und ein Verfahren zur Herstellung des Thermistors sind weiteren Ansprüchen zu entnehmen.

Es wird ein Thermistor bereitgestellt, der einen keramischen Grundkörper aufweist, der als Hauptbestandteil ein  
30 Keramikmaterial enthält. Der keramische Grundkörper weist wenigstens eine elektrisch isolierende Schicht auf, die innerhalb des keramischen Grundkörpers angeordnet ist. Die elektrisch isolierende Schicht enthält eine Hauptkomponente,

deren Zusammensetzung verschieden ist von der Zusammensetzung des Keramikmaterials.

Mit anderen Worten, der keramische Grundkörper weist in  
5 seinem Inneren wenigstens eine Schicht auf, die nicht dazu geeignet ist elektrischen Strom zu leiten. Weiterhin enthält die elektrisch isolierende Schicht eine Hauptkomponente, die eine Zusammensetzung aufweist, die nicht gleich der Zusammensetzung des Keramikmaterials ist.

10

Ferner wird ein Verfahren zur Herstellung eines Thermistors, umfassend einen keramischen Grundkörper, bereitgestellt. Bei dem Verfahren wird der keramische Grundkörper derart hergestellt, dass aus einer Vielzahl von Grünfolien ein  
15 Grünfolienstapel gebildet wird, der anschließend gepresst, entkohlt und gesintert wird, wobei auf mindestens einer der Grünfolien vor dem Bilden des Grünfolienstapels eine elektrisch isolierende Schicht aufgebracht wird.

20

Weiterhin kann die elektrisch isolierende Schicht derart angeordnet sein, dass der Thermistor einen höheren R25-Wert aufweist als ein weiterer Thermistor, der ohne die elektrisch isolierende Schicht ausgebildet, ansonsten aber gleich ist. Mit anderen Worten, der Thermistor weist mit der elektrisch  
25 isolierenden Schicht einen höheren R25-Wert auf, als ohne die elektrisch isolierende Schicht.

30

Unter R25-Wert soll hier und im Folgenden ein elektrischer Widerstand des Thermistors verstanden werden, den der Thermistor bei 25 °C aufweist.

Der R25-Wert ist, unter anderem, indirekt proportional Abhängig von einer Leitungsquerschnittfläche des Thermistors.

Mit anderen Worten, je kleiner die Leitungsquerschnittsfläche ist, desto größer ist der R25-Wert des Thermistors.

Unter Leitungsquerschnittsfläche soll hier und im Folgenden  
5 eine Querschnittsfläche eines aktiven Volumenbereichs des  
keramischen Grundkörpers verstanden werden. Der aktive  
Volumenbereich ist maßgeblich an der Weiterleitung von  
elektrischem Strom von einem Außenkontakt zu einem weiteren  
Außenkontakt des Thermistors beteiligt. Der aktive  
10 Volumenbereich kann das gesamte Volumen des keramischen  
Grundkörpers umfassen. Die Leitungsquerschnittsfläche steht  
üblicherweise senkrecht zu einer Fließrichtung des  
elektrischen Stroms. Herkömmlicherweise entspricht die  
Leitungsquerschnittsfläche einer realen Querschnittsfläche  
15 des keramischen Grundkörpers, die senkrecht zu der  
Fließrichtung des elektrischen Stroms steht. Die reale  
Querschnittsfläche liegt in einer Ebene und ist  
ausschließlich durch Außenflächen und/oder Außenkanten des  
keramischen Grundkörpers begrenzt, wobei die Außenflächen  
20 und/oder Außenkanten die Ebene schneiden in der die reale  
Querschnittsfläche liegt. Mit anderen Worten, die reale  
Querschnittsfläche wird ausschließlich durch Form und  
Ausdehnung des keramischen Grundkörpers bestimmt

25 Eine Erhöhung des R25-Wertes kann erreicht werden, indem die  
elektrisch isolierende Schicht derart angeordnet ist, dass  
die Leitungsquerschnittsfläche des aktiven Volumenbereichs  
des keramischen Grundkörpers verringert wird. So kann die  
elektrisch isolierende Schicht derart in dem keramischen  
30 Grundkörper angeordnet sein, dass sie nicht parallel zu der  
Fließrichtung des elektrischen Stroms steht. Bevorzugt steht  
die elektrisch isolierende Schicht senkrecht zu der  
Fließrichtung des elektrischen Stroms.

Mit anderen Worten, die elektrisch isolierende Schicht definiert eine Leitungsquerschnittsfläche, die kleiner ist als die reale Querschnittsfläche des keramischen Grundkörpers. Dadurch kann der Thermistor einen sehr hohen  
5 R25-Wert, beispielsweise im MΩ-Bereich aufweisen, ohne dass die Leitungsquerschnittsfläche des keramischen Grundkörpers des Thermistors mittels beispielweise mechanischer  
Nachbearbeitung verringert werden muss. Dies hat zur Folge, dass Risiken, die durch die mechanische Nachbearbeitung für  
10 den keramischen Grundkörper entstehen können, vermieden werden.

Die elektrisch isolierende Schicht kann in einer Ebene liegen und von einer oder mehreren Außenflächen des keramischen  
15 Grundkörpers, die die Ebene schneiden, beabstandet sein. Mit anderen Worten, die elektrisch isolierende Schicht ist mit wenigstens einer Außenfläche, die die Ebene schneidet in der die elektrisch isolierende Schicht liegt, nicht in direktem Kontakt.

20 Weiterhin kann die elektrisch isolierende Schicht wenigstens eine Aussparung aufweisen. Die Ausgestaltung der Aussparung ist dabei auf keine bestimmte Form beschränkt. So kann die Aussparung beispielsweise eine Form aufweisen, die ausgewählt  
25 ist aus einer Gruppe von Formen, die wenigstens runde, ovale und polygonale Formen enthält.

Ferner kann die elektrisch isolierende Schicht aus wenigstens zwei separaten Teilschichten bestehen, die in einer  
30 gemeinsamen Ebene liegen und die durch einen Abstand voneinander getrennt sind. Mit anderen Worten, die zwei Teilschichten sind an keiner Stelle miteinander in direktem Kontakt.

Durch eine Ausgestaltung der elektrisch isolierenden Schicht nach einer oder mehrere der oben genannten Ausführungen, kann die Leitungsquerschnittsfläche des aktiven Volumens des keramischen Grundkörpers sehr genau festgelegt werden.

5 Dadurch kann der R25-Wert mit hoher Präzision eingestellt werden.

Ferner kann die elektrisch isolierende Schicht eine Hauptkomponente enthalten, die ein anorganisches, elektrisch  
10 isolierendes Material umfasst. Bevorzugt kann das anorganische, elektrisch isolierende Material aus einer Menge ausgewählt sein, die wenigstens Varistorkeramiken und Kondensatorkeramiken enthält. Diese Materialien sind vorteilhaft, da sie elektrischen Strom, unter den  
15 Einsatzbedingungen des Thermistors, nicht signifikant leiten.

Weiterhin kann die elektrisch isolierende Schicht eine Hauptkomponente enthalten, die eine Spinell-Struktur aufweist. Da die elektrisch isolierende Schicht auf einer  
20 Grünfolie aufgebracht wird, ist eine gute Haftung der elektrisch isolierenden Schicht auf der Grünfolie vorteilhaft. Aufgrund der Tatsache, dass Keramikmaterialien für Thermistoren üblicherweise eine Spinell-Struktur aufweisen, ist es von Vorteil, wenn auch die elektrisch  
25 isolierende Schicht eine Hauptkomponente enthält, die dieselbe Struktur aufweist wie das Keramikmaterial, das in der Grünfolie enthalten ist. Dies gewährleistet eine gute Haftung der elektrisch isolierenden Schicht auf der Grünfolie.

30

Ferner kann die elektrisch isolierende Schicht in Form eines Hohlraums im keramischen Grundkörper ausgebildet sein. Hierfür wird zwischen zwei Grünfolien eine Schicht aus

thermisch zersetzbarem Material aufgebracht. In einem anschließenden Sinterprozess diffundiert das thermisch zersetzbare Material aus dem Grundkörper und hinterlässt einen Hohlraum als elektrisch isolierende Schicht.

5

In einer bevorzugten Ausgestaltung beträgt die Dicke der isolierenden Schicht mehr als 0,5  $\mu\text{m}$ . Die elektrisch isolierende Schicht kann eine Dicke von bis zu 5  $\mu\text{m}$  aufweisen. Die aufsummierten Dicken mehrerer isolierender Schichten können zu einem wesentlichen Anteil an der Abmessung des keramischen Grundkörpers in Dickenrichtung beitragen.

Weiterhin kann der keramische Grundkörper eine oder mehrere elektrisch leitfähige Schichten aufweisen, die derart innerhalb des keramischen Grundkörpers angeordnet sind, dass die elektrisch leitfähigen Schichten den aktiven Volumenbereich des keramischen Grundkörpers definieren und die elektrisch isolierenden Schichten innerhalb des aktiven Volumenbereichs angeordnet sind.

Der aktive Volumenbereich kann ausschließlich durch die elektrisch leitfähigen Schichten definiert sein. Vorzugsweise kann der aktive Volumenbereich durch die elektrisch leitfähigen Schichten und Außenflächen des keramischen Grundkörpers definiert sein.

Ferner können die elektrisch leitfähigen Schichten in direktem Kontakt zu wenigstens einer Außenfläche des keramischen Grundkörpers stehen. Bevorzugt sind die elektrisch leitfähigen Schichten derart angeordnet, dass eine oder mehrere Nebenflächen der elektrisch leitfähigen Schichten in direktem Kontakt mit den Außenkontakten des



Thermistors stehen. Besonders bevorzugt erstrecken sich die elektrisch leitfähigen Schichten über die gesamte reale Querschnittsfläche des keramischen Grundkörpers. Als Nebenflächen sind hier Flächen der elektrisch leitfähigen Schicht zu verstehen, die maßgeblich durch die Dicke der elektrisch leitfähigen Schicht definiert sind.

Durch den direkten Kontakt der elektrisch leitfähigen Schichten mit den Außenkontakten des Thermistors können negative Einflüsse auf die Eigenschaften des Thermistors, die durch herstellungsbedingte Variationen in der Ausgestaltung der Außenkontakte entstehen, verringert werden. Dadurch können Thermistoren mit bestimmten charakteristischen Eigenschaften besonders reproduzierbar hergestellt werden.

Die elektrisch leitfähigen Schichten können wenigstens ein Material enthalten, das ausgewählt ist aus einer Menge von Metallen, die wenigstens Silber, Palladium und jegliche Silber- und Palladiumlegierungen enthält.

Weiterhin kann bei dem Verfahren zum Aufbringen der elektrisch isolierenden Schicht eine Vorlage verwendet werden, wobei die Vorlage derart ausgestaltet ist, dass die elektrisch isolierende Schicht bezogen auf die Vorlage eine hohe Abbildungstreue aufweist.

Unter hoher Abbildungstreue soll hier und im Folgenden verstanden werden, dass die Ausgestaltung der elektrisch isolierenden Schicht auf der Grünfolie nicht signifikant von der Ausgestaltung der Vorlage abweicht.

Um dies zu erreichen kann als Vorlage ein Siebdrucksieb verwendet werden, wobei das Siebdrucksieb ein Negativ der

elektrisch isolierenden Schicht und mindestens einen Steg, der das Negativ in wenigstens zwei separate Bereiche aufteilt, aufweist. Der Steg ist derart ausgestaltet, dass sich das Sieb während des Aufbringens der elektrisch  
5 isolierenden Schicht nicht signifikant verformt. Dadurch wird eine hohe Abbildungstreue erreicht.

Ferner kann bei dem Verfahren auf mindestens eine weitere Grünfolie eine elektrisch leitfähige Schicht aufgebracht  
10 werden. Das Aufbringen der elektrisch leitfähigen Schicht kann beispielsweise mittels eines Sputter-Verfahrens erfolgen.

Weiterhin kann das Verfahren derart durchgeführt werden, dass  
15 die Grünfolien entlang einer Längsachse des keramischen Grundkörpers gestapelt werden.

Unter Längsachse soll hier und im Folgenden eine Achse des keramischen Grundkörpers verstanden werden, die parallel zu  
20 der Richtung der größten räumlichen Ausdehnung des keramischen Grundkörpers verläuft. Vorzugsweise verläuft die Längsachse parallel zu einer oder mehreren Kanten des keramischen Grundkörpers, die die größte Ausdehnung aufweisen. Für den Fall, dass der keramische Grundkörper  
25 mehrere äquivalente räumliche Ausdehnungen aufweist, die parallel und nicht parallel zu der Stapelrichtung der Grünfolien verlaufen und die jeweils als größte räumliche Ausdehnung angesehen werden können, wird als Längsachse eine  
30 Achse festgelegt, die parallel zu der Ausdehnung verläuft, die parallel zu der Stapelrichtung der Grünfolien verläuft.

Neben den zuvor genannten Schritten, umfasst das Verfahren auch weitere Schritte, die zur Herstellung eines Thermistors nötig sind. Solche weiteren Schritte sind beispielsweise:

- 5 - Pressen eines Grünfolienstapels, um einen gepressten Grünfolienstapel zu erhalten,
- Entkohlen des gepressten Grünfolienstapels, um einen gepressten und entkohlten Grünfolienstapel zu erhalten,
- Sintern des gepressten und entkohlten Grünfolienstapels, um  
10 einen keramischen Grundkörper zu erhalten,
- Aufbringen von Außenkontakten auf den keramischen Grundkörper, um den Thermistor zu erhalten.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von schematischen  
15 Darstellungen von Ausführungsbeispielen näher beschrieben.

Figur 1 zeigt eine räumliche Darstellung eines Thermistors.

Figur 2 zeigt im Querschnitt und im Längsschnitt eine  
20 Ausführungsform eines Thermistors.

Figur 3 zeigt im Querschnitt und im Längsschnitt eine weitere  
Ausführungsform eines Thermistors.

25 Figur 4 zeigt im Längsschnitt und im Querschnitt eine weitere  
Ausführungsform eines Thermistors.

Figur 5 zeigt im Längsschnitt und im Querschnitt eine weitere  
Ausführungsform eines Thermistors.

30

Figur 6 zeigt im Längsschnitt und im Querschnitt eine weitere  
Ausführungsform eines Thermistors.

Gleiche Elemente, ähnliche oder augenscheinlich gleiche Elemente sind in den Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die Figuren und die Größenverhältnisse in den Figuren sind nicht maßstabsgetreu.

5

Figur 1 zeigt einen Thermistor 10, der einen keramischen Grundkörper 1 und Außenkontakte (nicht dargestellt) umfasst. Die räumliche Ausdehnung des keramischen Grundkörpers 1 wird durch Bemaßungspfeile x, y und z veranschaulicht. Da die Bemaßungspfeile x, y und z jeweils parallel zu einer gleichnamigen Achse in einem kartesischen Koordinatensystem verlaufen, werden die Bemaßungspfeile hier und im Folgenden auch als die entsprechende Achse des Koordinatensystems bezeichnet. Mit anderen Worten, der Bemaßungspfeil x entspricht einer x-Achse, der Bemaßungspfeil y entspricht einer y-Achse und der Bemaßungspfeil z entspricht einer z-Achse in einem kartesischen Koordinatensystem. Aufgrund der großen Ähnlichkeit der im Folgenden beschriebenen Ausführungsformen mit dem hier dargestellten Thermistor 10, werden die Bezeichnungen der Achsen für die folgenden Figuren analog angewendet.

Figur 2A zeigt im Längsschnitt eine Ausführungsform eines Thermistors 10, ähnlich dem wie er in Figur 1 beschrieben ist. Der Längsschnitt verläuft durch den keramischen Grundkörper parallel zu einer Ebene, die durch die x-Achse und die z-Achse des keramischen Grundkörpers aufgespannt wird. Der keramische Grundkörper 1 weist fünf elektrisch isolierende Schichten 3 auf. Weiterhin weist der Thermistor 10 zwei Außenkontakte 2 auf. Die elektrisch isolierenden Schichten 3 sind zueinander parallel angeordnet. Weiterhin sind die elektrisch isolierenden Schichten 3 senkrecht zu einer Längsachse 6 des keramischen Grundkörpers 1 angeordnet.

Die Längsachse des keramischen Grundkörpers verläuft mittig durch den keramischen Grundkörper und parallel zu der x-Achse des keramischen Grundkörpers, wobei die x-Achse der Richtung der größten Ausdehnung des keramischen Grundkörpers 1  
5 entspricht. Die Fließrichtung des elektrischen Stroms verläuft parallel zu der x-Achse des keramischen Grundkörpers 1.

Figur 2B zeigt einen Querschnitt des in Figur 2A  
10 beschriebenen Thermistors 10. Der Querschnitt verläuft durch den keramischen Grundkörper parallel zu einer Ebene, die durch die y-Achse und die z-Achse des keramischen Grundkörpers aufgespannt wird. Die elektrisch isolierenden Schichten 3 weisen eine quadratische Aussparung 4 auf. Die  
15 Fläche der elektrisch isolierenden Schicht 3 plus der Fläche der Aussparung 4 entspricht einer realen Querschnittsfläche 7 des keramischen Grundkörpers. Die reale Querschnittsfläche wird ausschließlich durch Außenflächen 9 begrenzt. Weiterhin sind die elektrisch isolierenden Schichten 3 derart  
20 ausgebildet, dass sie in direktem Kontakt mit den Außenflächen 9 des keramischen Grundkörpers 1 stehen. Durch die Form und Größe der Aussparung 4 kann eine Leitungsquerschnittsfläche L des keramischen Grundkörpers 1 exakt definiert werden. Dies ermöglicht es, den R25-Wert des  
25 Thermistors 10 sehr genau einzustellen. Hier entspricht die Leitungsquerschnittsfläche L der Fläche der Aussparung 4

Die Figuren 3A und 3B zeigen im Längsschnitt und im  
Querschnitt eine weitere Ausführungsform eines Thermistors  
30 10, ähnlich dem wie er in Figuren 2A und 2B dargestellt ist, wobei die elektrisch isolierenden Schichten 3 von den Außenflächen 9 des keramischen Grundkörpers 1 beabstandet sind. Dadurch wird ein Randbereich 5 gebildet, der nicht von

der elektrisch isolierenden Schicht 3 bedeckt ist und die elektrisch isolierenden Schichten 3 komplett umschließt. Die Fläche der Aussparung 4, die Fläche der elektrisch isolierenden Schicht 3 und die Fläche des Randbereichs 5 entsprechen zusammen der realen Querschnittsfläche 7 des keramischen Grundkörpers, die ausschließlich durch die Außenflächen 9 begrenzt ist. Die Leitungsquerschnittsfläche  $L$  wird hier durch die Flächen der Aussparung 4 und des Randbereichs 5 definiert. Die Beabstandung der elektrisch isolierenden Schichten 3 von den Außenflächen 9 des keramischen Grundkörpers 1 resultiert aus dem Herstellungsverfahren des keramischen Grundkörpers 1. Durch die hier beschriebene Ausgestaltung der elektrisch isolierenden Schichten 3 wird eine Delaminierung von Grünfolien von einem Grünfolienstapel, der während des Herstellungsprozesses des keramischen Grundkörpers 1 gebildet wird effektiv verhindert.

Die Figuren 4A und 4B zeigen im Längsschnitt und im Querschnitt eine weitere Ausführungsform eines Thermistors 10, ähnlich dem wie er in Figuren 3A und 3B dargestellt ist, wobei die elektrisch isolierenden Schichten 3 des keramischen Grundkörpers 1 keine Aussparung aufweisen. Bei dieser Ausführungsform wird die Leitungsquerschnittsfläche  $L$  durch die Fläche des Randbereichs 5, der die elektrisch isolierenden Schichten 3 vollständig umschließt, bestimmt. Die Flächen der elektrisch isolierenden Schicht 3 und des Randbereichs 5 entsprechen zusammen der realen Querschnittsfläche 7, die ausschließlich durch die Außenflächen 9 begrenzt ist. Die elektrisch isolierenden Schichten 3 müssen jedoch nicht, wie in der Figur 4A skizziert, dünn sein, sondern können signifikant breiter sein

und somit einen wesentlichen Anteil an der Ausdehnung des keramischen Grundkörpers 1 in x-Richtung beitragen.

Die Figuren 5A und 5B zeigen im Längsschnitt und im  
5 Querschnitt eine weitere Ausführungsform eines Thermistors 10, ähnlich dem wie er in Figuren 3A und 3B dargestellt ist, wobei die elektrisch isolierenden Schichten 3 jeweils aus zwei Teilschichten 3' bestehen. Die Teilschichten 3' sind durch einen Abstand  $d$  voneinander getrennt. Der Abstand  $d$   
10 wird dadurch hervorgerufen, dass für das Aufbringen der elektrisch isolierenden Schichten 3 ein Siebdrucksieb verwendet wurde. Das Siebdrucksieb, das für das Aufbringen der elektrisch isolierenden Schichten 3 verwendet wurde, weist ein Negativ der elektrisch isolierenden Schicht 3 und  
15 einen Steg auf, der das Negativ in die Teilschichten 3' unterteilt. Die Breite des Stegs gibt den Abstand  $d$  vor. Durch den Steg wird ein Durchbiegen des Siebdrucksiebs während des Aufbringens der elektrisch isolierenden Schichten 3 weitgehend verhindert, wodurch eine hohe Abbildungstreue  
20 der elektrisch isolierenden Schichten 3 erreicht wird. Die Fläche der Aussparung 4 und die Fläche des Randbereichs 5, der sich auch bis zu der Aussparung 4 in den Abstand  $d$  erstreckt, entsprechen der Leitungsquerschnittsfläche  $L$ . Die Summe der Flächen der elektrisch isolierenden Schicht 3, der  
25 Aussparung 4 und des Randbereichs 5 entspricht der realen Querschnittsfläche 7, die ausschließlich durch die Außenflächen 9 begrenzt ist.

Die Figuren 6A und 6B zeigen im Längsschnitt und im  
30 Querschnitt eine weitere Ausführungsform eines Thermistors 10, ähnlich dem wie er in Figuren 3A und 3B beschrieben ist. Zusätzlich zu den elektrisch isolierenden Schichten 3 umfasst der keramische Grundkörper 1 des Thermistors 10 zwei

elektrisch leitfähige Schichten 8, die Silber enthalten. Der Querschnitt in Figur 6B verläuft durch eine der beiden elektrisch leitfähigen Schichten 8. Die elektrisch leitfähigen Schichten 8 sind derart ausgestaltet, dass sich die elektrisch leitfähigen Schichten 8 jeweils über die gesamte reale Querschnittsfläche 7 des keramischen Grundkörpers erstrecken. Weiterhin sind alle Nebenflächen 8' der elektrisch leitfähigen Schichten 8 in direktem Kontakt mit den Außenflächen 9 des keramischen Grundkörpers 1.

Außerdem sind die elektrisch leitfähigen Schichten 8 derart ausgestaltet, dass sie über die Nebenflächen 8' in elektrisch leitendem Kontakt mit den Außenkontakten 2 des keramischen Grundkörpers 1 sind. Die elektrisch leitfähigen Schichten 8 und die Außenflächen 9 des keramischen Grundkörpers begrenzen einen aktiven Volumenbereich V des keramischen Grundkörpers 1, innerhalb dessen sich die elektrisch isolierenden Schichten 3 befinden. Die elektrisch leitfähigen Schichten 8 verringern durch ihren elektrisch leitenden Kontakt zu den Außenkontakten 2 negative Effekte, die durch verfahrensbedingte Abweichungen in der Ausgestaltung der Außenkontakte 2 auftreten. Dadurch können Thermistoren mit bestimmten charakteristischen Eigenschaften reproduzierbar hergestellt werden.

Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsformen beschränkt. Insbesondere können die Anzahl, die Lage und die Ausgestaltung der elektrisch isolierenden Schichten 3 und der elektrisch leitfähigen Schichten 8 variieren.



## Bezugszeichenliste

	1	keramischer Grundkörper
	2	Außenkontakte
5	3	elektrisch isolierende Schicht
	3'	Teilschicht
	4	Aussparung
	5	Randbereich
	6	Längsachse
10	7	reale Querschnittsfläche
	8	elektrisch leitfähige Schicht
	8'	Nebenfläche
	9	Außenfläche
	10	Thermistor
15	d	Abstand
	L	Leitungsquerschnittfläche
	V	aktiver Volumenbereich

## Patentansprüche

1. Thermistor (10), aufweisend einen keramischen Grundkörper (1), der als Hauptbestandteil ein Keramikmaterial enthält,  
5 wobei
- der keramische Grundkörper (1) wenigstens eine elektrisch isolierende Schicht (3) aufweist,
  - die elektrisch isolierende Schicht (3) innerhalb des keramischen Grundkörpers (1) angeordnet ist,
  - 10 - die elektrisch isolierende Schicht (3) eine Hauptkomponente enthält, die eine von dem Keramikmaterial verschiedene Zusammensetzung aufweist.
2. Thermistor (10) nach Anspruch 1,  
15 wobei die elektrisch isolierende Schicht (3) derart innerhalb des keramischen Grundkörpers (1) angeordnet ist, dass der Thermistor (10) einen höheren  $R_{25}$ -Wert aufweist als ein Thermistor (10), der ohne die elektrisch isolierende Schicht (3) ausgebildet, ansonsten aber gleich ist.
- 20
3. Thermistor (10) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die elektrisch isolierende Schicht (3) in einer Ebene liegt und die elektrisch isolierende Schicht (3) von einer oder mehreren Außenflächen (9) des keramischen Grundkörpers  
25 (1), die die Ebene schneiden, beabstandet ist.
4. Thermistor (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die elektrisch isolierende Schicht (3) wenigstens eine Aussparung (4) aufweist.
- 30
5. Thermistor (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die isolierende Schicht (3) aus wenigstens zwei Teilschichten (3') besteht, die in einer gemeinsamen Ebene

liegen und die durch einen Abstand (d) voneinander getrennt sind.

6. Thermistor (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
5 wobei die elektrisch isolierende Schicht (3) eine Hauptkomponente enthält, die ein anorganisches, elektrisch isolierendes Material umfasst.
7. Thermistor (10) nach Anspruch 6,  
10 wobei das anorganische, elektrisch isolierende Material aus einer Menge ausgewählt ist, die wenigstens Varistorkeramiken und Kondensatorkeramiken enthält.
8. Thermistor (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
15 wobei die elektrisch isolierende Schicht (3) eine Hauptkomponente enthält, die eine Spinell-Struktur aufweist.
9. Thermistor (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
wobei die elektrisch isolierende Schicht (3) als Hohlraum  
20 innerhalb des keramischen Grundkörpers (1) ausgebildet ist.
10. Thermistor (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
wobei die elektrisch isolierende Schicht (3) eine Dicke von  
bis zu 5  $\mu\text{m}$  aufweist.  
25
11. Thermistor (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
wobei der keramische Grundkörper (1) eine oder mehrere  
elektrisch leitfähige Schichten (8) aufweist, die derart  
innerhalb des keramischen Grundkörpers (1) angeordnet sind,  
30 dass die elektrisch leitfähigen Schichten (8) einen aktiven Volumenbereich (V) des keramischen Grundkörpers (1) definieren und die elektrisch isolierende Schicht (3) innerhalb des aktiven Volumenbereichs (V) angeordnet ist.

12. Thermistor (10) nach Anspruch 11,  
wobei wenigstens eine der elektrisch leitfähigen Schichten  
(8) in direktem Kontakt zu wenigstens einer Außenfläche (9)  
des keramischen Grundkörpers (1) steht.

5

13. Thermistor (10) nach einem der Ansprüche 11 oder 12,  
wobei die elektrisch leitfähigen Schichten (8) wenigstens ein  
Metall enthalten, das ausgewählt ist aus einer Menge von  
Metallen, die wenigstens Silber, Palladium und jegliche  
10 Silber- und Palladiumlegierungen enthält.

14. Verfahren zur Herstellung eines Thermistors (10)  
umfassend einen keramischen Grundkörper (1),  
wobei der keramische Grundkörper (1) derart hergestellt wird,  
15 dass aus einer Vielzahl von Grünfolien ein Grünfolienstapel  
gebildet wird, der anschließend gepresst und gesintert wird,  
wobei auf mindestens eine der Grünfolien vor dem Bilden des  
Grünfolienstapels eine zur Erzeugung einer elektrisch  
isolierenden Schicht(3) geeignete Schicht aufgebracht wird.

20

15. Verfahren nach Anspruch 14,  
wobei die zur Erzeugung einer elektrisch isolierenden Schicht  
(3) geeignete Schicht ein elektrisch isolierendes Material  
enthält.

25

16. Verfahren nach Anspruch 14,  
wobei die zur Erzeugung einer elektrisch isolierenden Schicht  
(3) geeignete Schicht ein thermisch zersetzbares Material  
enthält, das nach dem Sintern einen elektrisch isolierenden  
30 Hohlraum ausbildet.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16,  
wobei eine Vorlage verwendet wird, um die elektrisch  
isolierende Schicht (3) zu erzeugen, wobei die Vorlage derart  
ausgestaltet ist, dass die elektrisch isolierende Schicht  
5 (3), bezogen auf die Vorlage, eine hohe Abbildungstreue  
aufweist.

18. Verfahren nach Anspruch 17,  
wobei als Vorlage ein Siebdrucksieb verwendet wird, wobei das  
10 Siebdrucksieb ein Negativ der elektrisch isolierenden Schicht  
(3) und mindestens einen Steg, der das Negativ in wenigstens  
zwei separate Bereiche aufteilt, aufweist.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18,  
15 wobei auf mindestens eine weitere der Grünfolien eine  
elektrisch leitfähige Schicht (8) aufgebracht wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 19,  
wobei die Grünfolien entlang einer Längsachse (6) des  
20 keramischen Grundkörpers (1) gestapelt werden.

Fig 1

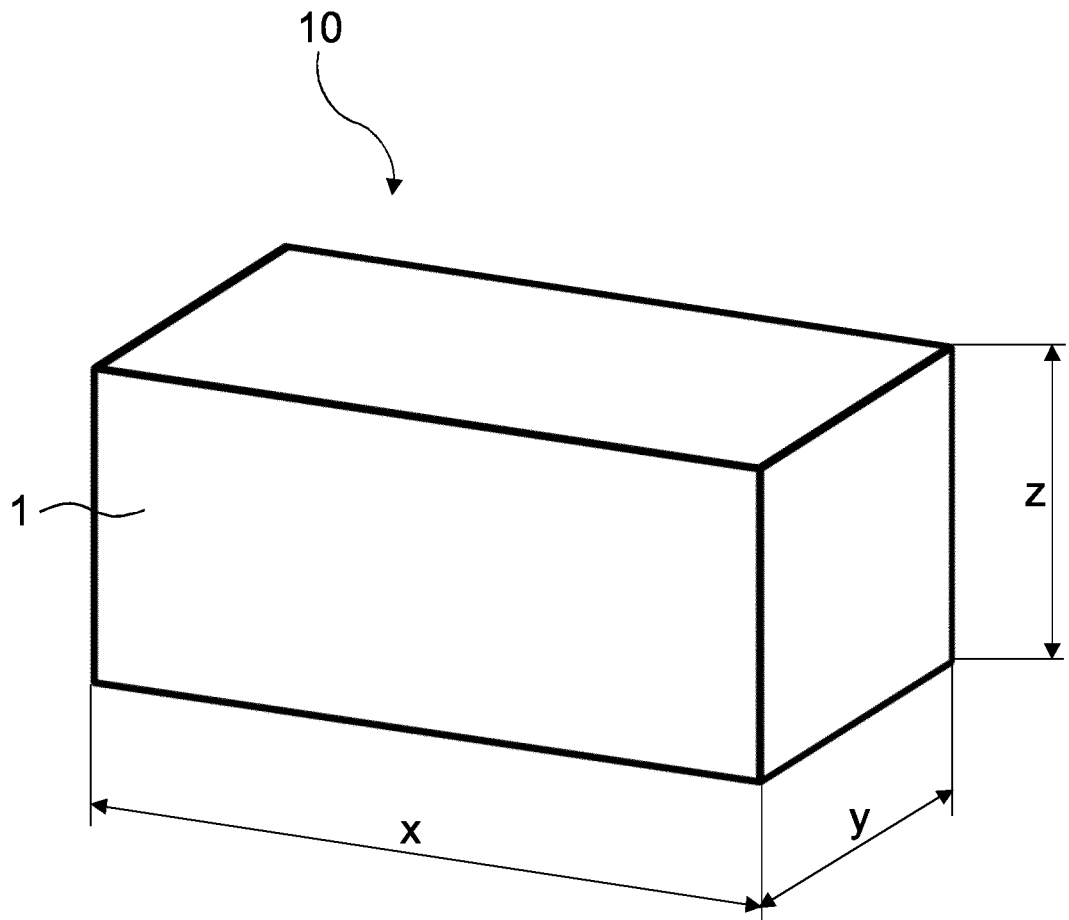
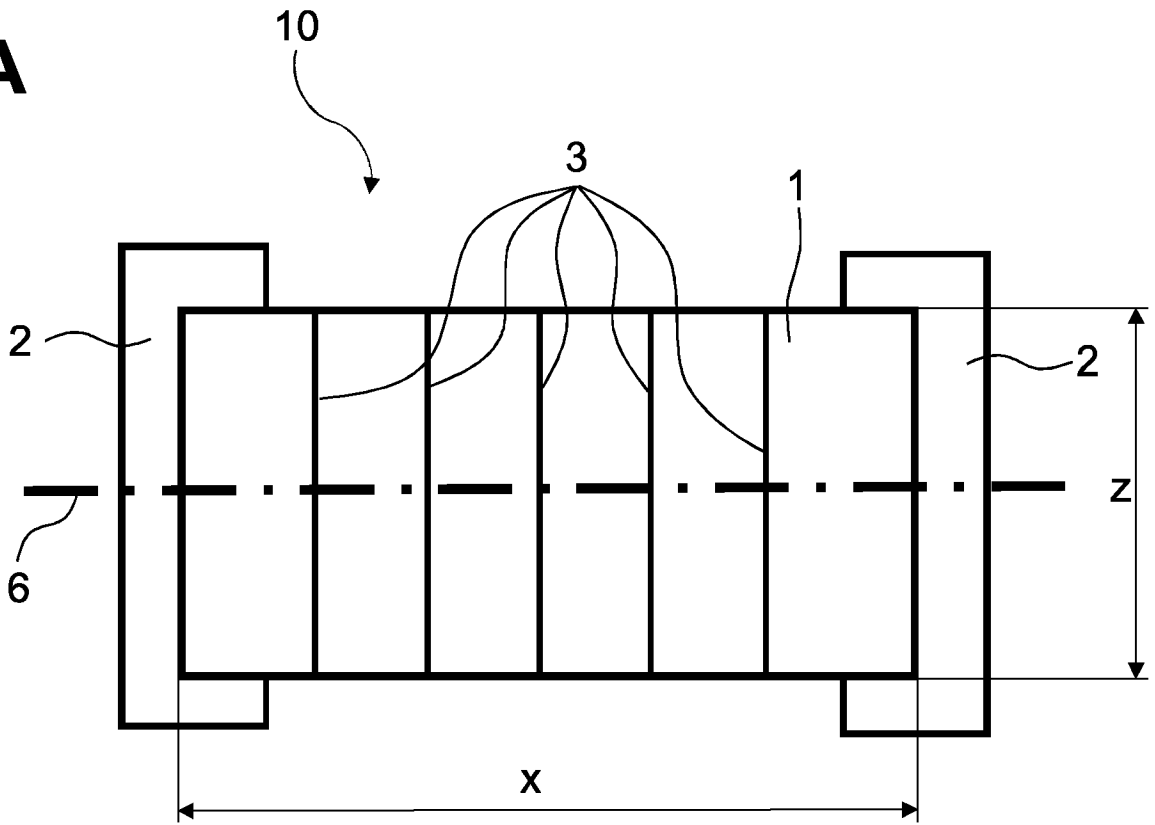


Fig 2

**A**



**B**

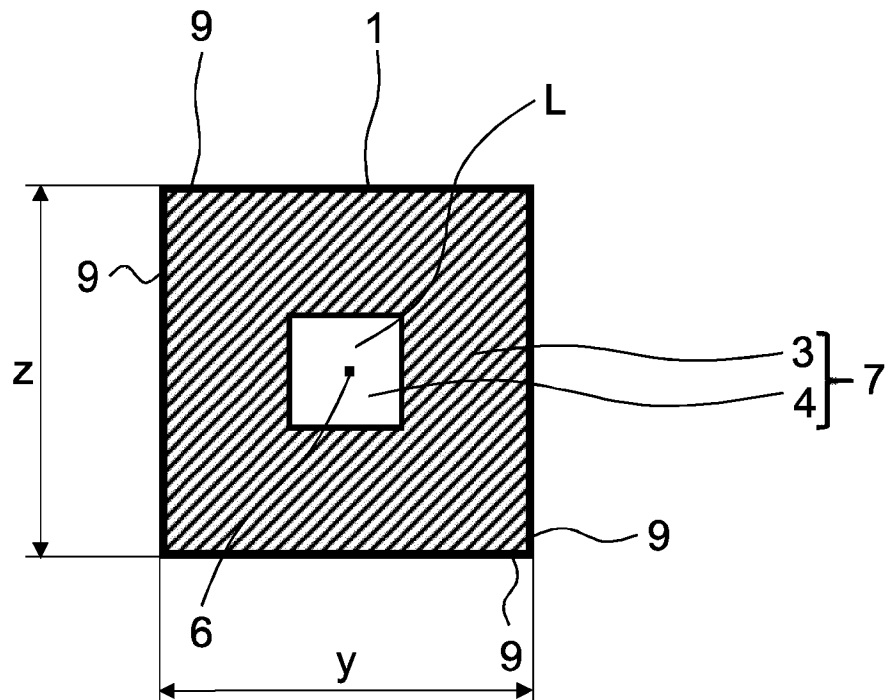
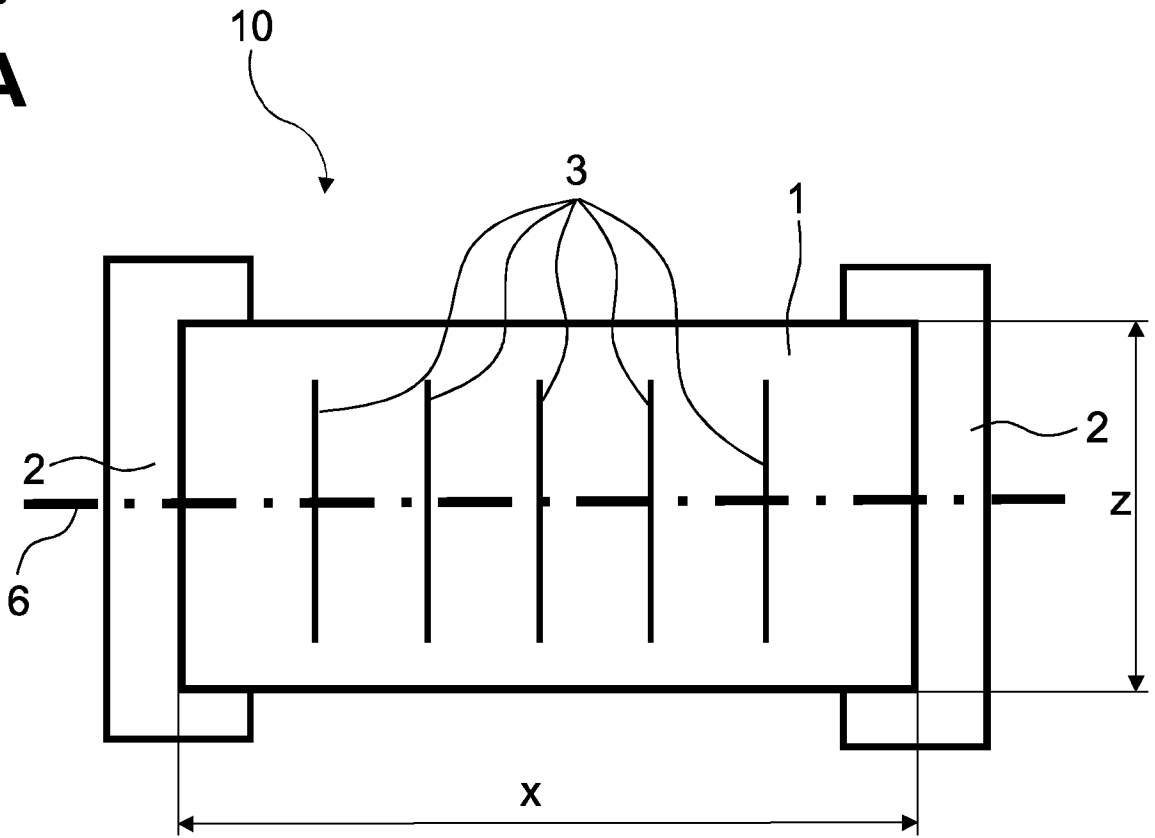


Fig 3

**A**



**B**

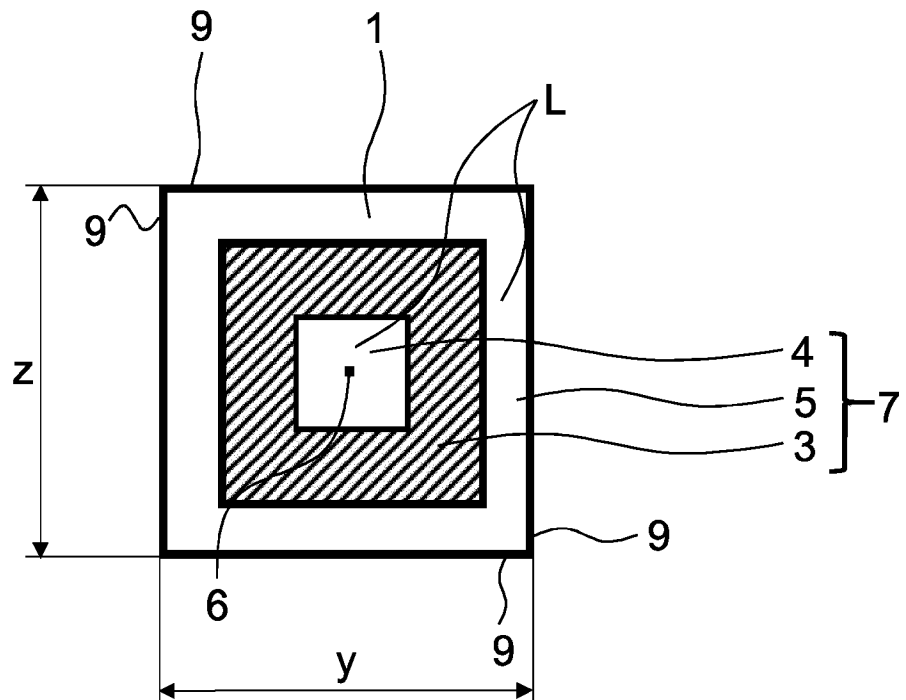
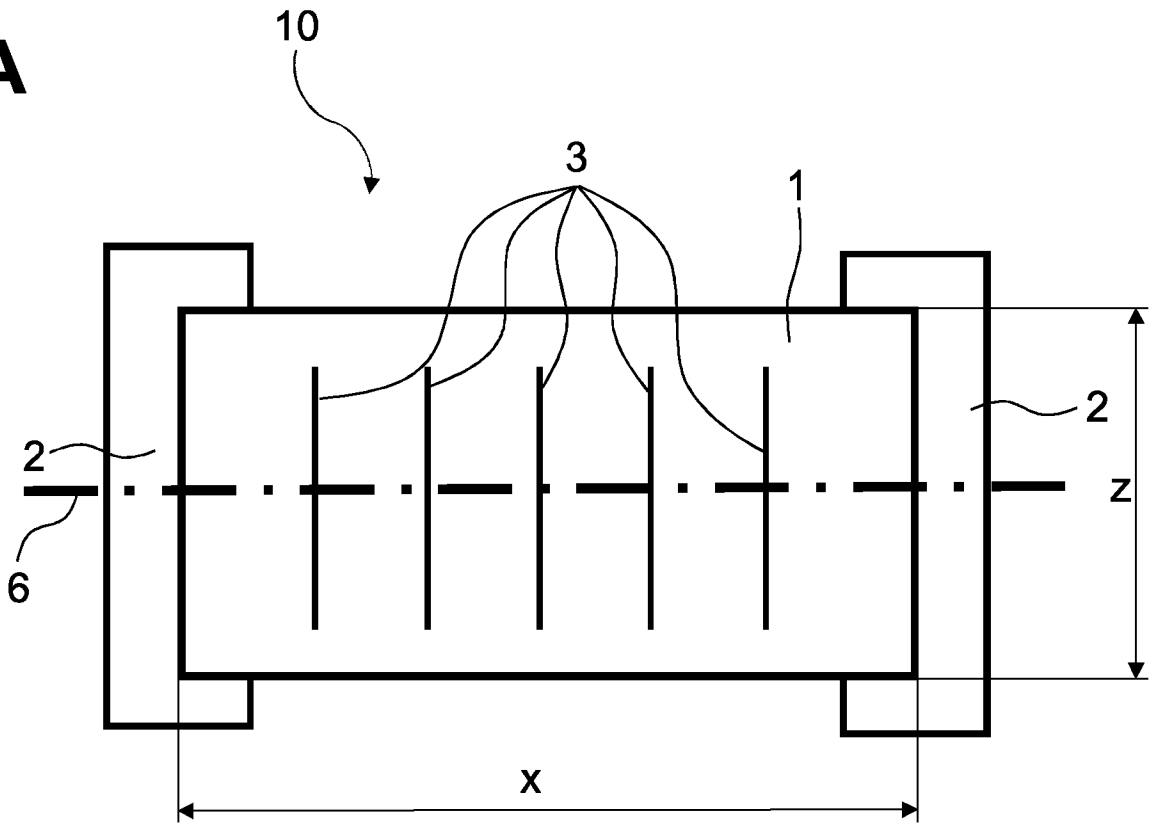




Fig 4

**A**



**B**

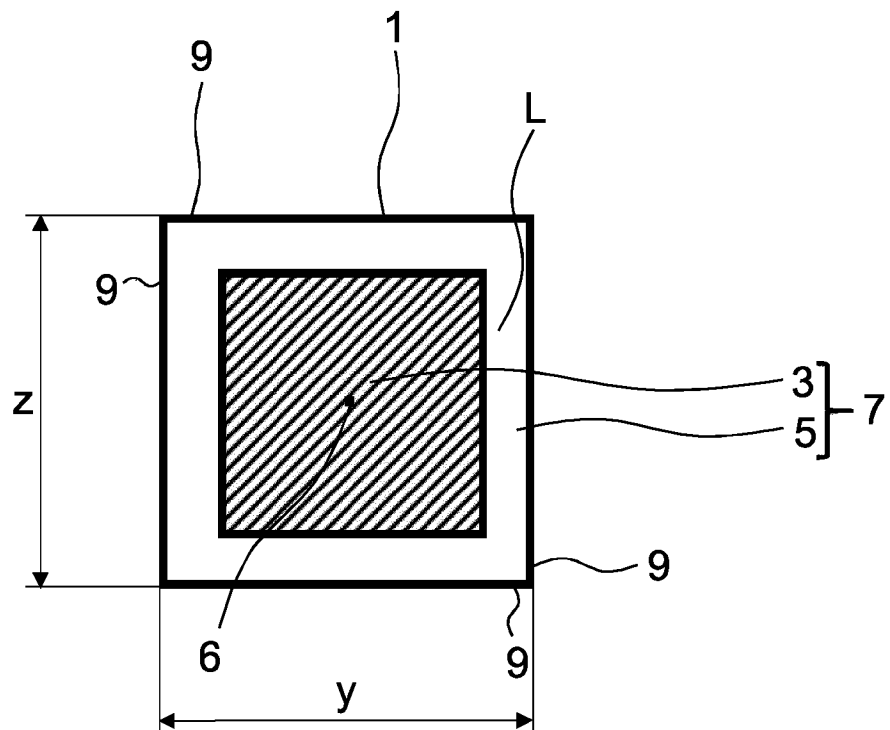
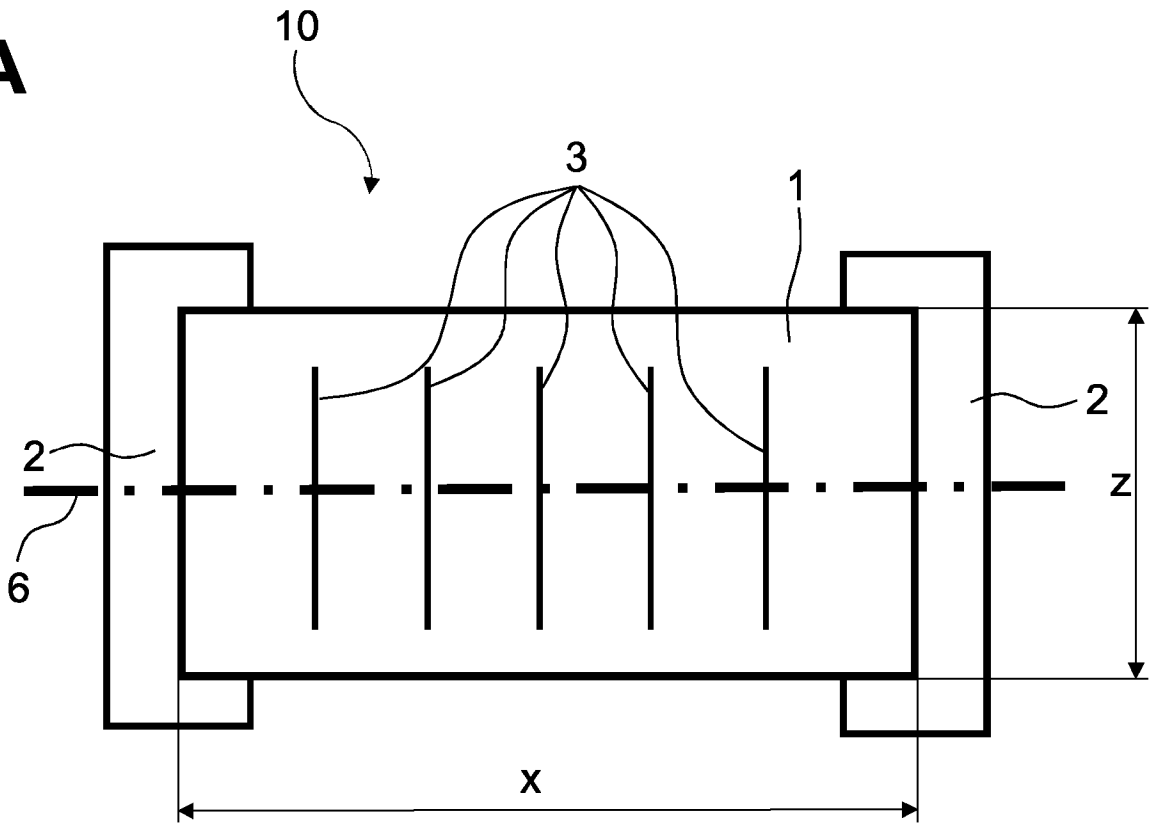


Fig 5

**A**



**B**

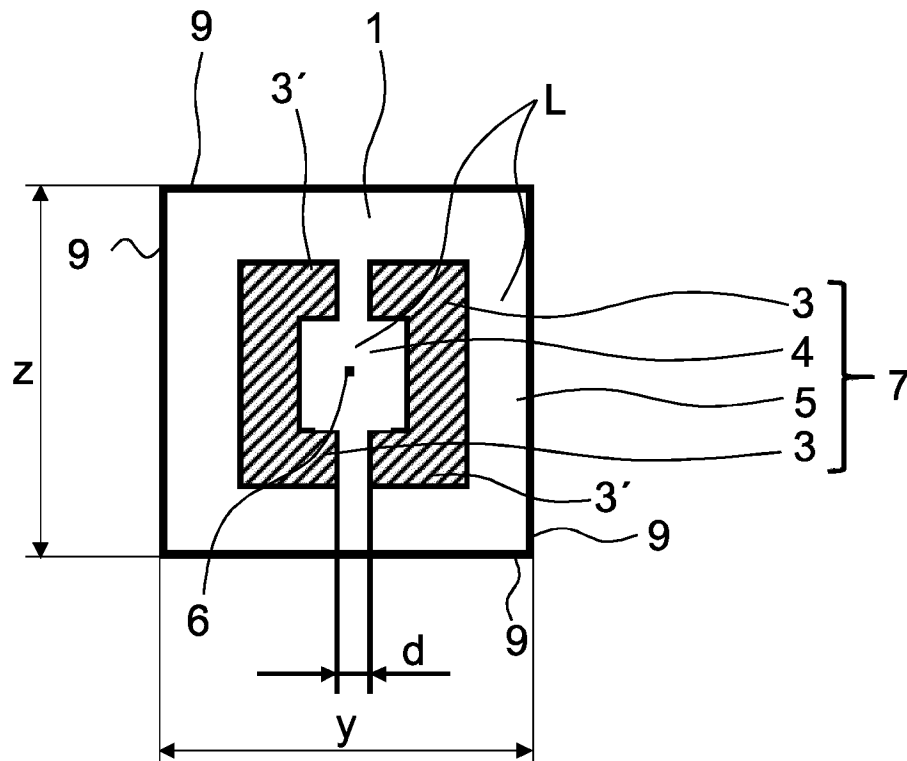
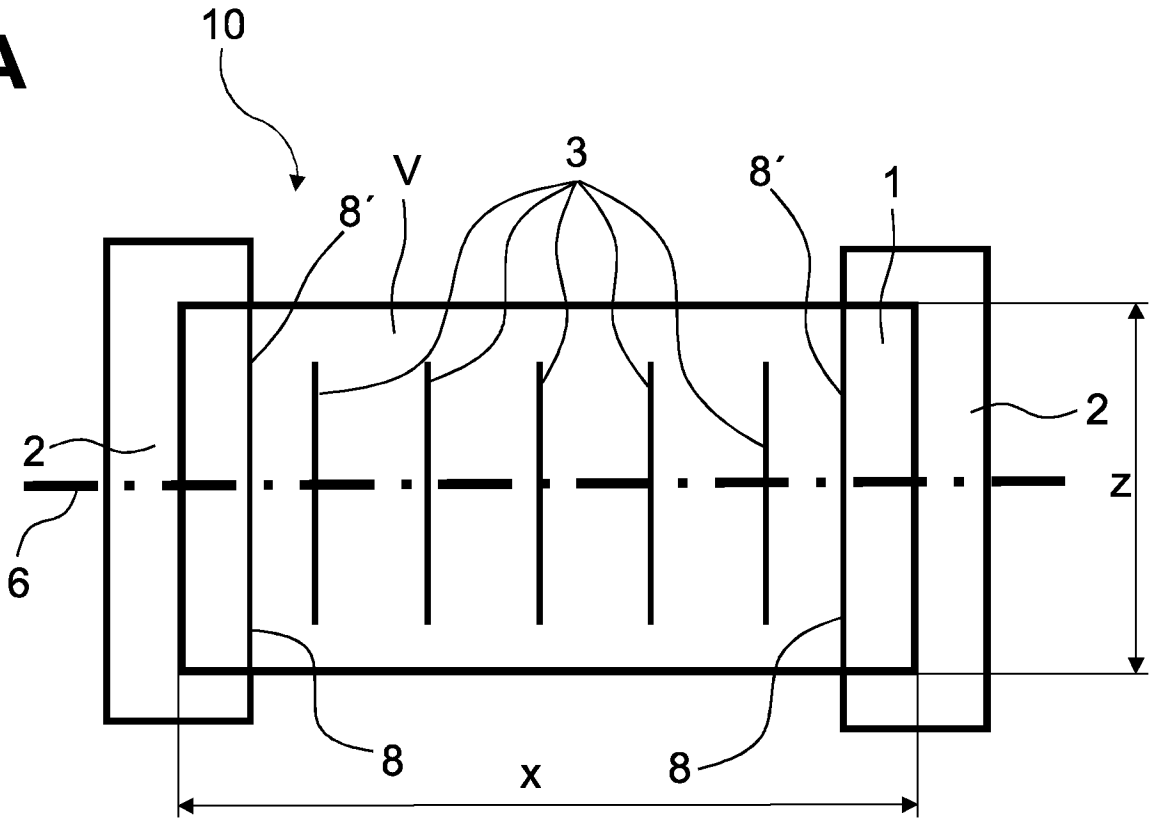
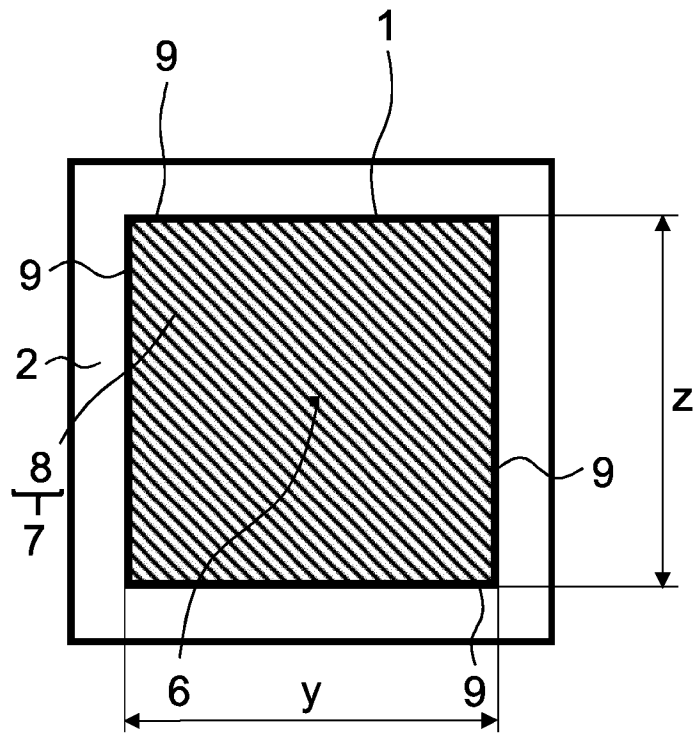


Fig 6

**A**



**B**



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2019/085664**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>H01C 7/00</i> (2006.01)i; <i>H01C 7/02</i> (2006.01)i; <i>H01C 7/04</i> (2006.01)i; <i>H01C 17/065</i> (2006.01)i; <i>C04B 35/00</i> (2006.01)n; <i>H01C 1/142</i> (2006.01)n; <i>H01C 1/148</i> (2006.01)n		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01C; C04B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 20170109796 A (SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO LTD [KR]) 10 October 2017 (2017-10-10)	1-3,6-8,14,15,17,20
Y	paragraphs [0021], [0023], [0025] - [0027], [0029] - [0031]; claim 9; figure 1	10-13,19
A		4,5,9,16,18
Y	US 2012056709 A1 (KAJINO TAKASHI [JP] ET AL) 08 March 2012 (2012-03-08) paragraphs [0040], [0044], [0052]; claim 1; figure 1	10,11,13
Y	EP 0779630 A1 (MURATA MANUFACTURING CO [JP]) 18 June 1997 (1997-06-18) page 4, lines 11-18; figures 3, 6	12,19
A	US 6429533 B1 (LI WEN BEEN [TW] ET AL) 06 August 2002 (2002-08-06) columns 7,8	1-20
A	WO 2006080805 A1 (LS CABLE LTD [KR]; LEE JONG-HWAN [KR] ET AL.) 03 August 2006 (2006-08-03) claim 1	1-20
A	JP 2002100505 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP) 05 April 2002 (2002-04-05) paragraph [0006]; figure 5	1-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>11 March 2020</b>		Date of mailing of the international search report <b>19 March 2020</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Lescop, Emmanuelle</b> Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2019/085664**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR	20170109796	A	10 October 2017	CN	107221397	A	29 September 2017
				KR	20170109796	A	10 October 2017
US	2012056709	A1	08 March 2012	CN	102403077	A	04 April 2012
				DE	102011081939	A1	08 March 2012
				JP	5304757	B2	02 October 2013
				JP	2012059786	A	22 March 2012
				US	2012056709	A1	08 March 2012
EP	0779630	A1	18 June 1997	CN	1160274	A	24 September 1997
				DE	69626615	D1	17 April 2003
				DE	69626615	T2	19 February 2004
				EP	0779630	A1	18 June 1997
				JP	H09162004	A	20 June 1997
				KR	100231650	B1	15 November 1999
				TW	344829	B	11 November 1998
				US	5907271	A	25 May 1999
US	6429533	B1	06 August 2002	AU	1661301	A	04 June 2001
				CN	1399782	A	26 February 2003
				EP	1236210	A2	04 September 2002
				JP	2003515920	A	07 May 2003
				KR	20020049057	A	24 June 2002
				TW	473746	B	21 January 2002
				US	6429533	B1	06 August 2002
				WO	0139214	A2	31 May 2001
WO	2006080805	A1	03 August 2006	KR	20060086869	A	01 August 2006
				WO	2006080805	A1	03 August 2006
JP	2002100505	A	05 April 2002	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	H01C7/00	H01C7/02 H01C7/04 H01C17/065
ADD.	C04B35/00	H01C1/142 H01C1/148
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTER GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole ) H01C C04B		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	KR 2017 0109796 A (SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO LTD [KR]) 10. Oktober 2017 (2017-10-10)	1-3,6-8, 14,15, 17,20
Y	Absätze [0021], [0023], [0025] - [0027], [0029] - [0031]; Anspruch 9; Abbildung 1	10-13,19
A		4,5,9, 16,18
Y	----- US 2012/056709 A1 (KAJINO TAKASHI [JP] ET AL) 8. März 2012 (2012-03-08) Absätze [0040], [0044], [0052]; Anspruch 1; Abbildung 1	10,11,13
Y	----- EP 0 779 630 A1 (MURATA MANUFACTURING CO [JP]) 18. Juni 1997 (1997-06-18) Seite 4, Zeilen 11-18; Abbildungen 3, 6	12,19
	----- -/-	
<input checked="" 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 anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen 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 "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
11. März 2020		19/03/2020
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Lescop, Emmanuelle

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 6 429 533 B1 (LI WEN BEEN [TW] ET AL) 6. August 2002 (2002-08-06) Spalten 7,8	1-20
A	----- WO 2006/080805 A1 (LS CABLE LTD [KR]; LEE JONG-HWAN [KR] ET AL.) 3. August 2006 (2006-08-03) Anspruch 1	1-20
A	----- JP 2002 100505 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP) 5. April 2002 (2002-04-05) Absatz [0006]; Abbildung 5 -----	1-20

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/085664

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
KR 20170109796 A	10-10-2017	CN 107221397 A KR 20170109796 A	29-09-2017 10-10-2017
US 2012056709 A1	08-03-2012	CN 102403077 A DE 102011081939 A1 JP 5304757 B2 JP 2012059786 A US 2012056709 A1	04-04-2012 08-03-2012 02-10-2013 22-03-2012 08-03-2012
EP 0779630 A1	18-06-1997	CN 1160274 A DE 69626615 D1 DE 69626615 T2 EP 0779630 A1 JP H09162004 A KR 100231650 B1 TW 344829 B US 5907271 A	24-09-1997 17-04-2003 19-02-2004 18-06-1997 20-06-1997 15-11-1999 11-11-1998 25-05-1999
US 6429533 B1	06-08-2002	AU 1661301 A CN 1399782 A EP 1236210 A2 JP 2003515920 A KR 20020049057 A TW 473746 B US 6429533 B1 WO 0139214 A2	04-06-2001 26-02-2003 04-09-2002 07-05-2003 24-06-2002 21-01-2002 06-08-2002 31-05-2001
WO 2006080805 A1	03-08-2006	KR 20060086869 A WO 2006080805 A1	01-08-2006 03-08-2006
JP 2002100505 A	05-04-2002	KEINE	