

(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
23. April 2020 (23.04.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/078866 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01N 22/00 (2006.01) G01N 21/3581 (2014.01)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/077692
(22) Internationales Anmeldedatum:
14. Oktober 2019 (14.10.2019)
(25) Einreichungssprache: Deutsch
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
(30) Angaben zur Priorität:
18200406.9 15. Oktober 2018 (15.10.2018) EP
(71) Anmelder: COVESTRO DEUTSCHLAND AG
[DE/DE]; Kaiser-Wilhelm-Allee 60, 51373 Leverkusen
(DE).

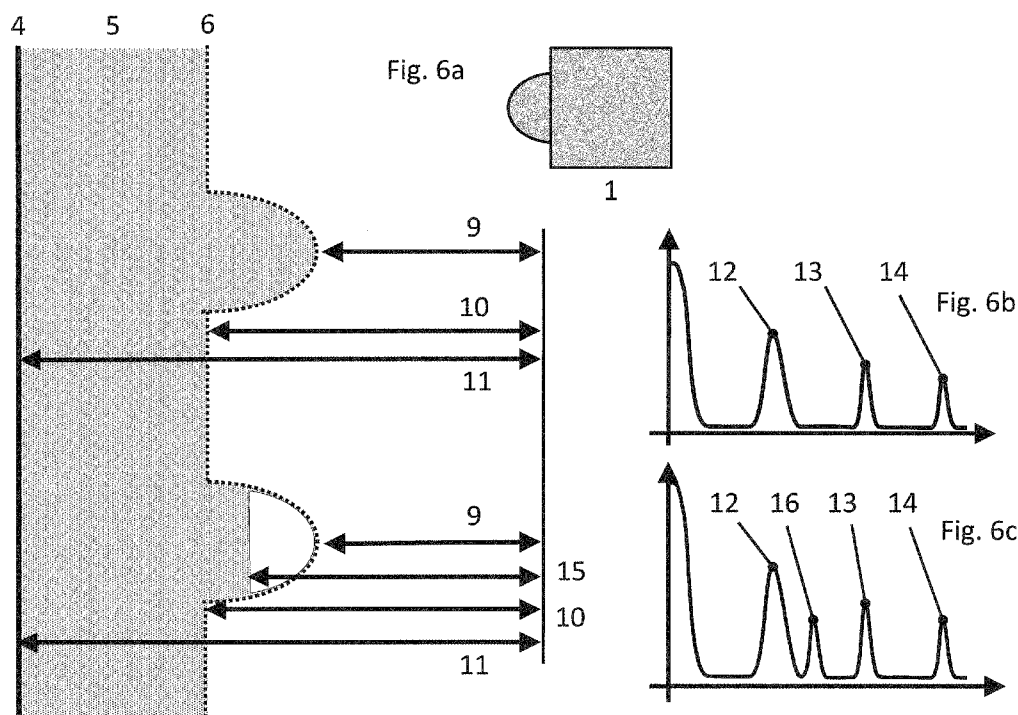
(72) Erfinder: ZAREBA, Sebastian; Hedwig-Wachen-
heim-Karree 18, 51107 Köln (DE). FRANKEN, Klaus;
Wagnerstr. 14, 51467 Bergisch Gladbach (DE). LYDING,
Andreas; Grabenstr. 5b, 47057 Duisburg (DE).

(74) Anwalt: LEVPAT; Covestro AG Gebäude 4825, 51365
Leverkusen (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: METHOD AND APPARATUS FOR DETECTING DEFECTS IN THE INSULATION OF A COOLING DEVICE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR DETEKTION VON FEHLSTELLEN IN DER ISOLATION EINES
KÜHLGERÄTES



(57) Abstract: The invention relates to a method for detecting defects in the insulation of a cooling device, comprising the following steps: providing a housing portion (KG) of the cooling device (K), the housing portion (KG) comprising a first wall (6), at least one second wall (4) and an insulation layer (5) arranged between the first wall (6) and the at least one second wall (4, 4x), the insulation layer (5), the insulation layer (5) and at least one of the first wall (6) and of the at least one second wall (4, 4x) each being formed by a material at least partially transparent to microwaves or submillimeter waves; providing a transmitting unit (1) and a receiving unit (1) for microwave radiation or submillimeter-wave radiation; irradiating a surface portion, to be examined, of the housing portion (KG) with microwave radiation or submillimeter-wave radiation by means of the transmitting unit, said microwave radiation or submillimeter-wave

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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

radiation being modulated using the FMCW method; receiving the modulated microwave radiation or submillimeter-wave radiation transmitted through the housing portion (KG) by means of the receiving unit; evaluating the transmitted and the received modulated microwave radiation or submillimeter-wave radiation in an evaluation unit in such a way that defects (7, 17) in the irradiated surface portion are determined from the time-of-flight differences between the emitted and the received modulated microwave radiation or submillimeter-wave radiation. The invention further relates to an apparatus suitable therefor and to a system for producing cooling devices, in particular refrigerators.

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Detektion von Fehlstellen in der Isolation eines Kühlgerätes, umfassend folgende Schritte: - Bereitstellen eines Gehäuseabschnitts (KG) des Kühlgeräts (K), wobei der Gehäuseabschnitt (KG) eine erste Wand (6) und wenigstens eine zweite Wand (4) sowie eine zwischen der ersten Wand (6) und der wenigstens einen zweiten Wand (4, 4x) angeordnete Isolationsschicht (5) aufweist, wobei die Isolationsschicht (5) und wenigstens eine der ersten Wand (6) und der wenigstens einen zweiten Wand (4, 4x) jeweils durch ein für Mikrowellen oder Submillimeterwellen zumindest teilweise transparentes Material gebildet werden, - Bereitstellen einer Sendeeinheit (1) und einer Empfangseinheit (1) für Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung, - Bestrahlen eines zu untersuchenden Flächenabschnitts des Gehäuseabschnitts (KG) mit nach dem FMCW-Verfahren modulierter Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung mittels der Sendeeinheit, - Empfangen der durch den Gehäuseabschnitt (KG) transmittierten modulierten Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung mittels der Empfangseinheit, - Auswerten der gesendeten und der empfangenen modulierten Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung in einer Auswerteeinheit, derart, dass aus den Laufzeitunterschieden zwischen ausgesendeter und empfangener modulierter Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung Fehlstellen (7, 17) in dem bestrahlten Flächenabschnitt ermittelt werden. Ferner betrifft die Erfindung eine dazu geeignete Vorrichtung sowie eine Anlage zur Produktion von Kühlgeräten, insbesondere Kühlschränken.

**Verfahren und Vorrichtung zur Detektion von Fehlstellen in der Isolation eines
Kühlgerätes**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Detektion von
5 Fehlstellen in der Isolation eines Kühlgerätes, insbesondere eines Kühlschranks.

Bei der Herstellung energieeffizienter Kühlgeräte kommt es insbesondere auf eine
wirksame Isolation des Kühlvolumens des jeweiligen Gerätes an. Dabei wird in der
Regel ein zweischichtiges Gehäuse mit einem Isolationsmaterial ausgeschäumt. Im
10 Einzelnen wird ein Reaktionsgemisch in die einen innen liegenden Kunststoffkörper
und ein diesen umgebendes Metallgehäuse umfassende Kühlschrankform injiziert,
wobei der Schäumvorgang zwischen dem Kunststoffkörper und der metallischen
Umhausung stattfindet. Ziel ist die gleichmäßige und vollständige Ausschäumung
des Zwischenraums mit dem Isolationsmaterial, in der Regel einem
15 Polyurethanwerkstoff. Bei der Ausschäumung von gedämmten Kühlgeräten,
beispielsweise Kühlschränken, treten immer wieder technisch bedingte Fehlstellen
auf. Diese Fehlstellen haben unterschiedliche Ursachen und äußern sich unter
anderem in Dichteanomalien, veränderten Zellstrukturen oder Lunkern, d.h.
unerwünschte Hohlräumen, an denen eine Luftblase die Aufschäumung verhinderte.
20 Auch kann es sich um Fremdkörper im Schaummaterial handeln. Derlei Fehlstellen
sind unerwünscht, da sie die Dämmeigenschaften verändern und je nach Schwere zur
Aussortierung des Kühlgerätes führen können.

Optische Prüfverfahren erweisen sich für die Ermittlung der Fehlstellen in dem
25 Isolationsmaterial als ungeeignet, da das Metallgehäuse, der Kunststoffkörper und
das Isolationsmaterial jeweils für visuelles Licht undurchlässig sind.
Dementsprechend können die Fehlstellen bei Verwendung solcher Verfahren nach
dem Aushärten des Schaumes nur durch eine invasive und destruktive Methode
ermittelt werden. Nichtzerstörende Prüfverfahren sind aus dem Stand der Technik
30 bekannt. Hierbei handelt es sich insbesondere um thermografische Verfahren, bei
denen die Güte der Ausschäumung durch Auswertung eines Wärmebildes erfolgt,
wobei oberflächennahe Fehlstellen oder Schwankungen in der Schaumdichte farblich
dargestellt werden. Hierbei besteht jedoch das Problem, dass solche Verfahren nur in
einem vergleichsweise kurzen Zeitraum nach dem Schäumvorgang eingesetzt

werden können, da nach erfolgter Abkühlung des Schaumes keine thermografische Auswertung mehr möglich ist. Eine thermografische Analyse der Isolation kann zwar noch nachträglich nach einer oberflächlichen Erwärmung des Gehäuses des Kühlgerätes erfolgen. Hier verfälscht jedoch der Wärmeabfluss in tiefere, kalte Schichten der Isolation das Ergebnis. Ein bekanntes thermografisches Verfahren zur Untersuchung der Isolierung von Kühlschränken ist beispielsweise in der EP 0 252 453 B1 beschrieben.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, welche/s eine zuverlässige Ermittlung von Fehlstellen verschiedener Art in der Isolation eines Kühlgerätes, insbesondere eines Kühlschranks, in einem zerstörungsfreien Prüfverfahren und unabhängig von der Temperatur und damit vom Produktionszeitpunkt erlaubt.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Verfahren zur Detektion von Fehlstellen in der Isolation eines Kühlgerätes, insbesondere eines Kühlschranks, gelöst, welches folgende Verfahrensschritte umfasst:

- Bereitstellen eines Gehäuseabschnitts des Kühlgeräts, wobei der Gehäuseabschnitt eine erste Wand und wenigstens eine zweite Wand sowie eine zwischen der ersten Wand und der wenigstens einen zweiten Wand angeordnete Isolationsschicht aufweist, wobei die Isolationsschicht und wenigstens eine der ersten Wand und der wenigstens einen zweiten Wand jeweils durch ein für Mikrowellen oder Submillimeterwellen zumindest teilweise transparentes Material gebildet werden,
- Bereitstellen einer Sendeeinheit und einer Empfangseinheit für Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung,
- Bestrahlen eines zu untersuchenden Flächenabschnitts des Gehäuseabschnitts mit nach dem FMCW-Verfahren modulierter Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung mittels der Sendeeinheit,
- Empfangen der durch den Gehäuseabschnitt transmittierten modulierten Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung mittels der Empfangseinheit,
- Auswerten der gesendeten und der empfangenen modulierten Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung in einer Auswerteeinheit, derart, dass aus

den Laufzeitunterschieden zwischen ausgesendeter und empfangener modulierter Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung Fehlstellen in dem bestrahlten Flächenabschnitt ermittelt werden.

- 5 Der besondere Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass durch den Einsatz von nach dem FMCW-Verfahren modulierter Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung ein zuverlässiges und in verschiedenen Anwendungen etabliertes Messverfahren zur präzisen Bestimmung von Entfernungen verwendet wird, um basierend auf Laufzeitbetrachtungen beim Durchstrahlen des zu
- 10 untersuchenden Gehäuseabschnitts Aussagen über die Qualität der Isolationsschicht im durchstrahlten Bereich machen zu können. Informationen zum FMCW-Verfahren finden sich beispielsweise unter der URL „www.radartutorial.eu“ oder in einschlägiger Fachliteratur.
- 15 Nach einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird in der Auswerteeinheit ein Frequenzspektrum der in der Empfangseinheit empfangenen Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung erzeugt, wobei das Frequenzspektrum mit einem Referenzspektrum eines baugleichen, fehlstellenfreien Gehäuseabschnitts verglichen wird und wobei basierend auf den Abweichungen im
- 20 Frequenzspektrum des untersuchten Gehäuseabschnitts gegenüber dem Referenzspektrum Fehlstellen im untersuchten Gehäuseabschnitt charakterisiert werden. Dies bedeutet, dass anhand eines einfachen Vergleichs bei einer Messung an jeweils gleicher Position zwischen einem Frequenzspektrum einer fehlstellenfreien Probe gleicher Abmessung und dem durch schnelle Fourier-Transformation (FFT)
- 25 ermittelten Frequenzspektrum der untersuchten Probe Laufzeitunterschiede bei der die Probe jeweils durchdringenden Strahlung detektiert werden können, aus denen sich Dichteanomalien im Isolationsmaterial ableiten lassen. So kann beispielsweise aus einer verkürzten Laufzeit bei der zu untersuchenden Probe gegenüber der Referenzprobe auf einen Hohlraum bzw. Lunker geschlossen werden. Ebenso kann
- 30 bei einer verlängerten Laufzeit auf eine anomale Verdichtung des Isolationsmaterial entlang der Propagationsrichtung der Strahlung geschlossen werden.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Abstand zwischen der Sendeeinheit und der Empfangseinheit und die Dicke der Isolationsschicht zwischen

der ersten Wand und der wenigstens einen zweiten Wand des Gehäuseabschnitts bekannt oder wird parallel zur Strahlungsbeaufschlagung gemessen. Sind die vorgenannten Größen bekannt oder werden sie parallel präzise gemessen, kann die Auswertung der Messung auch ohne Vergleich mit einer Referenzprobe erfolgen, da bei Kenntnis der Abmessungen und der Ausbreitungsgeschwindigkeit im (fehlerfreien) Isolationsmaterial nach entsprechender Auswertung ebenso präzise Aussagen über Dichteanomalien entlang der Strahlpropagation gemacht werden können. Beispielsweise können hierdurch Lunker mit verschwindender Materialdichte oder auch komprimiertes Isolationsmaterial mit entsprechender erhöhter Materialdichte detektiert werden. Die Position einer Lunkerstelle oder einer Dichteanomalie entlang der Strahlpropagationsrichtung kann hier jedoch nicht eindeutig bestimmt werden. Hierzu könnte mit einem zweiten Messstrahl, welcher winklig zum ersten in das zu untersuchende Material eingestrahlt wird, auch eine Tiefeninformation zur Fehlstellenposition ermittelt werden.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung erfolgt die Messung in Reflexion, wobei die von der Sendeeinheit ausgestrahlte Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung an einer für Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung reflektierenden Oberfläche auf die Empfangseinheit zurückreflektiert wird, wobei der zu untersuchende Gehäuseabschnitt wenigstens einmal von der Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung, bevorzugt zweimal, durchstrahlt wird. Eine mehrfache Durchstrahlung der zu untersuchenden Probe sorgt in jedem Falle für ein verbessertes Signal-zu-Rauschverhältnis. Hierbei kann einerseits vorgesehen sein, dass die reflektierende Oberfläche durch eine bezogen auf den Gehäuseabschnitt separate Reflektoreinheit, insbesondere eine Retroreflektoreinheit, gebildet wird. Andererseits ist ebenso möglich, dass die reflektierende Oberfläche durch die wenigstens eine zweite Wand gebildet wird, wobei die Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung die Isolationsschicht zweifach durchstrahlt.

Im Falle der Messung in Reflexion ist einer nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass die Sendeeinheit und die Empfangseinheit für Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung gemeinsam auf einer zur ersten Wand parallelen Ebene angeordnet sind, wobei bevorzugt die

Sendeeinheit und die Empfangseinheit kombiniert in einer Baueinheit angeordnet sind. Dies vereinfacht den Messaufbau und die Durchführung des Verfahrens.

5 Um einen flächig ausgedehnten Gehäuseabschnitt zu untersuchen, ist nach einer weiteren Ausgestaltung vorgesehen, dass der Gehäuseabschnitt mittels einer wenigstens einer Linearführung gegenüber der Sendeeinheit und der Empfangseinheit verfahrbar ist.

10 Wie an sich bekannt, können Laufzeitmessungen mittels Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung durch schwankende Umgebungsparameter beeinflusst werden. Um diesen Einfluss in der Auswerteeinheit zu kompensieren, kann weiterhin vorgesehen sein, dass parallel zur Bestrahlung des Gehäuseabschnitts mit Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung Umgebungsparameter, insbesondere Luftfeuchtigkeit, Luftdruck, Umgebungstemperatur und/oder CO₂-
15 Gehalt in der Umgebungsluft, und/oder die Temperatur des Materials des Gehäuseabschnitts gemessen werden.

In Bezug auf die eingesetzte modulierte Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung ist nach einer Ausgestaltung der Erfindung
20 vorgesehen, dass der Gehäuseabschnitt mit modulierter Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung in einem Frequenzbereich von 10 und 500 GHz bestrahlt wird.

Weiterhin bevorzugt ist, dass die Isolationsschicht Polyurethan enthält, insbesondere
25 vollständig durch Polyurethan gebildet wird.

Die eingangs genannte Aufgabe wird ferner mit einer Vorrichtung zur Detektion von Fehlstellen in der Isolation eines Kühlgerätes, insbesondere eines Kühlschranks, gemäß einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Vorrichtung
30 ausgebildet ist:

- mit einer Sendeeinheit für Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung, wobei die Sendeeinheit konfiguriert ist, einen eine erste Wand und wenigstens eine zweite Wand sowie eine zwischen der ersten Wand und der wenigstens einen zweiten Wand angeordnete Isolationsschicht aufweisenden

- Gehäuseabschnitt des Kühlgeräts mit nach dem FMCW-Verfahren modulierter Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung zu bestrahlen,
- mit einer Empfangseinheit für Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung, wobei die Empfangseinheit konfiguriert ist, die durch den Gehäuseabschnitt
- 5 transmittierte modulierte Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung zu empfangen, und
- mit einer Auswerteeinheit für die gesendete und die empfangene modulierten Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung, wobei die Auswerteeinheit konfiguriert ist, dass aus den Laufzeitunterschieden zwischen ausgesendeter und
- 10 empfangener modulierter Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung Fehlstellen in dem bestrahlten Flächenabschnitt zu ermitteln.

Für die Vorteile der Vorrichtung gilt das Vorstehende entsprechend.

- 15 Nach einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfasst diese eine verformungsfeste Rahmenstruktur, auf der die Sendeeinheit und die Empfangseinheit in definierter relativer Position angeordnet sind. Im Einzelnen kann die Rahmenstruktur einen C-Bügel umfassen, in dessen offenen Bereich der zu untersuchende Gehäuseabschnitt einführbar ist.

- 20 Ebenso kann vorgesehen sein, dass die Rahmenstruktur eine kombinierte Sende- und Empfangseinheit für Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung, insbesondere in einer Baueinheit, sowie eine, insbesondere als Retroreflektor ausgebildete, Reflektoreinheit umfasst, wobei die Detektion der Fehlstellen mittels an der
- 25 Reflektoreinheit reflektierter Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung durchführbar ist.

- Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft eine Anlage zur Produktion von Kühlgeräten, insbesondere Kühlschränken, mit einer Vorrichtung zur Detektion
- 30 von Fehlstellen in der Isolation eines Kühlgerätes, insbesondere eines Kühlschranks, gemäß einem der Ansprüche 12 bis 15.

Wiederum gilt für die Vorteile der erfindungsgemäßen Anlage das vorstehend Gesagte entsprechend.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

5

Fig. 1 ein Kühlschrankgehäuse in schematischer perspektivischer Ansicht,

Fig. 2 das Kühlschrankgehäuse der Fig. 1 mit einer Mehrzahl von innenseitigen, stegartigen Vorsprüngen zur Auflage von Einlegeböden,

10

Fig. 3 die Durchführung einer ersten Messung in Reflexion zur Detektion von Fehlstellen in einem Gehäuseabschnitt des Kühlschrankgehäuses der Fig. 1 in schematischer Darstellung,

15

Fig. 4 die Durchführung einer zweiten Messung zur Detektion von Fehlstellen in einem Gehäuseabschnitt des Kühlschrankgehäuses der Fig. 2 in schematischer Darstellung mit stegartigen Vorsprüngen,

20

Fig. 5 die Durchführung einer dritten Messung in Reflexion zur Detektion von Fehlstellen in einem Gehäuseabschnitt des Kühlschrankgehäuses der Fig. 1 in schematischer Darstellung mit dargestellter Strahlungskeule,

Fig. 6a-c der Aufbau der zweiten Messung gemäß Fig. 4 mit den zugehörigen Frequenzspektren,

25

Fig. 7 die Darstellung eines Gehäuseabschnitts in Schnittansicht mit einem ausgedehnten rückseitigen Lunker,

Fig. 8a,b den bestrahlten Gehäuseabschnitt aus Fig. 7 mit zugehörigem Frequenzspektrum,

30

Fig. 9 die Durchführung einer vierten Messung in Reflexion zur Detektion von Fehlstellen in einem Gehäuseabschnitt des Kühlschrankgehäuses der Fig.

2 in schematischer Darstellung mit dargestellter Strahlungskeule und einem Messaufbau mit C-Bügel und rückseitiger Abstandsmessung, und

- 5 Fig. 10 die Durchführung einer fünften Messung in Reflexion zur Detektion von Fehlstellen in einem Gehäuseabschnitt des Kühlschranks der Fig. 2 in schematischer Darstellung mit einem Messaufbau mit C-Bügel und Reflektoreinheit.

10 In Fig. 1 ist ein Kühlschrankgehäuse K in schematischer perspektivischer Ansicht dargestellt. Das Kühlschrankgehäuse K ist lediglich schematisch ohne Tür und Aussparung für den Kompressor dargestellt. Die sichtbaren außenseitigen Flächen 4* stehen beispielhaft für die nicht sichtbaren außenseitigen Flächen. Die außenseitigen Flächen 4* sind oft, aber nicht immer, aus einem metallischen, für elektromagnetische Strahlung, für diesen konkreten Anwendungsfall für Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung, nicht durchlässigen Material gefertigt. Das

15 Kühlschrankgehäuse K besitzt innenseitig einen in der Regel auf Kunststoff basierenden Einleger E, welcher den Innenraum und die Isolationsschicht (nicht sichtbar in Fig. 1) trennt. Die sichtbaren innenseitig liegenden Flächen 6* stehen hier beispielhaft für die weiteren nicht sichtbaren innenseitig liegenden Flächen. Die

20 innenseitigen Flächen 6* sind in der Regel nicht plan, sondern haben weitere geometrische Konstruktionsmerkmale, wie in Fig. 2 dargestellt. Die innen- und außenliegenden Flächen 6*, 4* werden durch die front- und rückseitige Flächen begrenzt (nicht im Einzelnen dargestellt).

25 In Fig. 2 ist ein Kühlschrankgehäuse, wie in Fig. 1 beschrieben, mit weiteren konstruktiven Merkmalen 21 dargestellt. Diese können zum Beispiel eine Mehrzahl von innenseitigen, stegartigen Vorsprüngen 21 zur Auflage von Einlegeböden, Aussparungen für Lichtquellen, das oder die Thermostate, oder weitere für den Innenausbau des Kühlgerätes notwendige Anpassungen sein. Die konstruktiven

30 Merkmale können auf allen innenseitigen Flächen 6 realisiert werden oder nur auf einzelnen Flächen.

In Fig. 3 ist die Durchführung einer ersten Messung in Reflexion zur Detektion von Fehlstellen in einem Gehäuseabschnitt des Kühlschrankgehäuses aus Fig. 1 in

schematischer Darstellung dargestellt. Vorgesehen ist schematische eine kombinierte Sende- und Empfangseinheit 1. Die dargestellte Vorwölbung der kombinierten Sende- und Empfangseinheit 1 stellt eine dielektrische Linse dar, welche die durch die innenliegende Antenne ausgesandte Strahlung formt. In dieser Darstellung soll es exemplarisch die Ausstrahlungs- und Empfangsrichtung der in einer Baueinheit kombinierten Sende- und Empfangseinheit 1 darstellen. Die kombinierte Sende- und Empfangseinheit 1 sendet in Richtung des Prüfgutes, in diesem Fall eines Kühlschranksgehäuseabschnitts KG, Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung 2 und empfängt die vom Kühlschranksgehäuseabschnitts KG reflektierte Strahlung 3. Der Kühlschranksgehäuseabschnitts KG umfasst vorliegend eine für Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung zumindest teilweise transparente erste Wand 6 als Bestandteil der innenseitigen Flächen 6* des Kühlschranksgehäuses K der Fig. 1, eine undurchlässige, reflektierende zweite Wand 4 als Bestandteil der außenseitigen Flächen 4* des Kühlschranksgehäuses K sowie eine zwischen der ersten Wand 6 und der zweiten Wand 4 angeordnete für Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung zumindest teilweise transparente Isolationsschicht 5 auf. Diese kann beispielsweise durch einen Polyurethanschaum gebildet sein. Die ausgesendete Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung 2, bevorzugt in einem Frequenzbereich von 10 und 500 GHz, durchstrahlt dabei auf dem Weg die erste Wand 6 und die Isolationsschicht 5 und wird an der zweiten Wand 4 reflektiert. Dabei durchläuft die Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung nochmals die Isolationsschicht 5 und die erste Wand 6 und kann als reflektierte Strahlung 3 an der kombinierten Sende- und Empfangseinheit 1 empfangen werden. Die kombinierte Sende- und Empfangseinheit 1 ist mit einer Auswerteeinheit für die gesendete und die empfangene modulierten Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung verbunden, wobei die Auswerteeinheit konfiguriert ist, dass aus den Laufzeitunterschieden zwischen ausgesendeter und empfangener modulierter Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung Fehlstellen in dem bestrahlten Flächenabschnitt zu ermitteln. In die Fig. ist die Auswerteeinheit jeweils nicht dargestellt.

In Fig. 4 ist die Durchführung einer zweiten Messung zur Detektion von Fehlstellen in einem Gehäuseabschnitt KG des Kühlschranksgehäuses K mit zwei der in Fig. 2 beschriebenen stegartigen Vorsprünge 21 dargestellt. Die in einer Baueinheit

5 kombinierten Sende- und Empfangseinheit 1 sendet und empfängt die verwendete Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung wie in Fig. 3 beschrieben. Zwischen der kombinierten Sende- und Empfangseinheit 1 und den einzelnen Wände/Isolationsschicht 4,5,6 können verschiedene Abstände definiert werden und sind als Doppelpfeile 9, 10, 11 dargestellt. Der Abstand 11 bezeichnet die Distanz zwischen der kombinierten Sende- und Empfangseinheit 1 und der zweiten Wand 4, der Abstand 10 die Distanz zwischen der kombinierten Sende- und Empfangseinheit 1 und einem planen Abschnitt der innenseitigen Fläche 6. Der Abstand 9 stellt den geringsten Abstand zwischen dem Vorsprung 21 und der kombinierten Sende- und Empfangseinheit 1 dar. Durch die innenseitige Aufschäumung der Isolationsschicht 5 können unterschiedlichste Fehlstellen entstehen. Eine mögliche Fehlstelle 7 ist in in Fig. 4 dargestellt und befindet sich in der Nase des stegartigen Vorsprungs 21. Hierbei ist die Nase nicht gänzlich mit Isolationsmaterial gefüllt und weist eine mit Luft gefüllte Lunkerstelle auf. Die Detektion einer solchen Lunkerstelle wird im 10 Zusammenhang mit den Fig. 6a, 6c erläutert.

In Fig. 5 ist die Durchführung einer dritten Messung in Reflexion zur Detektion von Fehlstellen in einem Gehäuseabschnitt des Kühlschranks der Fig. 2 in schematischer Darstellung mit einer Strahlungskeule dargestellt. Die Ausbreitung 20 elektromagnetischer Strahlung ist komplex. Während in den Fig. 3 und 4 die Ausbreitung nur sehr schematisch dargestellt wurde, ist in der Fig. 5 schematisch die Abstrahlcharakteristik der durch die kombinierte Sende- und Empfangseinheit 1 abgestrahlten Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung dargestellt. Vereinfacht verhält sich die hier emittierte elektromagnetische Strahlung im 25 Frequenzbereich zwischen 10 und 500 GHz, beziehungsweise auf Brechung und Beugung, vergleichbar zu sichtbarem Licht. Dielektrische Linsen und andere Apparaturen ermöglichen ein Formen der ausgesendeten Strahlung. Hierdurch kann zum Beispiel der Öffnungswinkel der Hauptkeule 8 beeinflusst werden. Die ausgesendete Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung 2 wird durch den 30 Strahlverlauf 8 dargestellt.

In Fig. 6a-c sind der Aufbau der zweiten Messung gemäß Fig. 4 mit den zugehörigen Frequenzspektren schematisch dargestellt. Fig. 6a stellt den Sachverhalt wie in Fig. 4 beschrieben dar. Fig. 6b. zeigt ein Frequenzspektrum, wie es bei einer

Distanzmessung mittels Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung im FMCW-Verfahren ermittelt werden kann. Es ist das Ergebnis der Berechnung des Frequenzspektrums aus dem ausgesendeten und empfangendem Signal. Je nach Frequenz der verwendeten Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung, dem Abstand zur reflektierenden zweiten Wand 4 und dem Öffnungswinkel der Strahlenkeule 8 sind unterschiedliche Ergebnisse messbar. Für das aus dem Stand der Technik bekannte FMCW-Verfahren gilt, dass eine verringerte Frequenz einen entsprechend geringeren Abstand markiert. Fig. 6b stellt hierbei vier Frequenzmaxima dar. Das nicht nummerierte erste Maximum ist auf Reflexionen innerhalb der kombinierten Sende- und Empfangseinheit 1 zurückzuführen. Diese sind sensorspezifisch und fallen in Form, Intensität und Breite unterschiedlich aus. Das zweite Maximum 12 wird durch die Reflexion an der Auswölbung der stegartigen Vorsprünge 21 verursacht und stellt somit den Abstand 9 dar. Analog kennzeichnet das dritte Maximum 13 den Abstand 10 und das vierte Maximum 14 den Abstand 11. Fig. 6c zeigt ein mögliches Frequenzspektrum für eine für Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung detektierbare Lunkerstelle. Hier erfolgt eine Signalreflexion an der Grenzfläche zwischen Isolationsmaterial und Hohlraum. Hierdurch ist ein zusätzliches Maximum 16 sichtbar. Für beide Frequenzspektren Fig. 6b und 6c wird eine Hauptkeule 8 angenommen, welche größer als eine einzelne Auswölbung der stegartigen Vorsprünge 21 ist. Hierdurch sind mehrere Maxima möglich. Die Frequenzspektren sind nicht maßstabsgerecht.

In Fig. 7 ist die Schnittansicht eines Gehäuseabschnitts KG wie in Fig. 2 beschrieben mit einem zusätzlichen ausgedehnten rückseitigen Lunker 17 dargestellt. Fig. 7 symbolisiert damit eine Fehlstelle, welche sich überwiegend an der reflektierenden zweiten Wand 4 befindet. Die Fehlstelle 17 kann aber auch nur innerhalb der Isolationsschicht 5 liegen. Form, Ausrichtung, Größe und Anzahl der Fehlstellen können beliebig sein.

In Fig. 8a-b werden der bestrahlte Gehäuseabschnitt KG aus Fig. 7 mit zugehörigem Frequenzspektrum dargestellt. Für den Fall, dass die Fehlstelle 17 größer als die Hauptkeule 8 ist, äußert sich dies in einer Änderung der Signallaufzeit bzw. (Zwischenkreis)frequenz im dargestellten Frequenzspektrum und damit in einer Änderung des gemessenen Abstandes zwischen kombinierter Sende- und

Empfangseinheit 1 und zweiter Wand 4. Dementsprechend ist das Frequenzmaximum an Stelle 18 in Fig. 8b verschoben.

In Fig. 9 ist in schematischer Darstellung die Durchführung einer vierten Messung mittels Reflexion zur Detektion von Fehlstellen in einem Gehäuseabschnitt KG des Kühlschranks K der Fig. 2 mit Strahlungskeule 8 und einem Messaufbau mit C-Bügel 22 und rückseitiger Abstandsmessung 23, 26, 27 dargestellt. Der in Fig. 9 dargestellte C-Bügel 22 dient zur exakten Bestimmung des Abstandes 25 zwischen der reflektierenden zweiten Wand 4 und der kombinierten Sende- und Empfangseinheit 1. Hierzu misst ein am vorliegend linken Schenkel des C-Bügels 22 angeordneter geeigneter Sensor 23, zum Beispiel ein optischer Abstandssensor, den Abstand 27 zur zweiten Wand 4. Mit Kenntnis der Anordnung des Sensors 23 kann der Abstand 26, welcher zwischen dem C-Bügel 22 und der zweiten Wand 4 besteht, ermittelt werden. Die kombinierte Sende- und Empfangseinheit 1 ist am vorliegend rechten Schenkel des C-Bügels 22 montiert und zeigt in Richtung der zumindest teilweise transparenten ersten Wand 6. Die von der kombinierten Sende- und Empfangseinheit 1 ausgesendete Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung durchstrahlt die teilweise transparente erste Wand 6 und die Isolationsschicht 5 und wird an der im Kühlgerätegehäuse K innenliegenden zweiten Wand 4 reflektiert, so dass die Strahlung die Isolationsschicht 5 und die erste Wand 6 nochmals durchleuchtet und durch die kombinierte Sende- und Empfangseinheit 1 detektiert werden kann. Durch diese Anordnung kann ein Abstand 25 gemessen werden. Der gemessene Abstand 25 ist dabei nicht der geometrische Abstand zwischen kombinierter Sende- und Empfangseinheit 1 und der Innenseite der reflektierenden zweiten Wand 4, sondern ein durch die erste Wand 6 und Isolationsschicht 5 beeinflusster Abstand, welcher in Abhängigkeit der dielektrischen Materialparameter, insbesondere Brechungsindex im Frequenzbereich der eingesetzten Mikrowellen- oder Submillimeterstrahlung, verändert wird. Der Abstand 24 beschreibt den Abstand zwischen den beiden Schenkeln des C-Bügels 22. Sind die dielektrischen Parameter bekannt, kann mit dieser Anordnung 1, 22, 23 und den Abständen 24, 25, 26 die Dichte des durchleuchteten Materials ermittelt werden. Für den Fall des Gehäuseabschnitts KG des Kühlschranks K ist eine Messung vor und nach der Verschäumung möglich, um so die Dichte oder Fehlstellen des Isolationsmaterials 5 in Strahlpropagationsrichtung zu ermitteln.

In Fig. 10 wird schematisch die Durchführung einer fünften Messung zur Detektion von Fehlstellen in einem Gehäuseabschnitt KG des Kühlschrankgehäuses K der Fig. 2 in mit einem Messaufbau mit C-Bügel und Reflektoreinheit 28 dargestellt. In Fig. 10 ist die zweite Wand 4x, vorliegend die außenseitige Fläche des Kühlschrankgehäuses K, jedoch anstatt durch ein metallisches Material ebenfalls durch ein für Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung teilweise transparentes Material gebildet. Analog zu Fig. 9 wird mit der kombinierten Sende- und Empfangseinheit 1 Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung in Richtung des Gehäuseabschnitts KG Kühlschrankgehäuses K der Fig. 2 emittiert. Die emittierte Strahlung, angedeutet durch den Strahlkeule 8, durchstrahlt die für Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung teilweise transparente erste Wand 6, die Isolationsschicht 5 sowie die zweite ebenfalls teilweise transparente Wand 4x. Am zur kombinierten Sende- und Empfangseinheit 1 gegenüberliegenden Schenkel des C-Bügels 22 ist eine Reflektoreinheit oder Fläche, vorliegend ein Retroreflektor 28, montiert, um die von der kombinierten Sende- und Empfangseinheit 1 emittierte Strahlung derart zu reflektieren, dass die Wände 4x, 6 sowie die Isolationsschicht 5 nochmals durchstrahlt werden und die Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung durch die kombinierte Sende- und Empfangseinheit 1 wieder empfangen wird. Durch die Reflexionen an den Grenzschichten ist wiederum der Abstand 25 sowie der Abstand zum Retroreflektor 28 ermittelbar. Durch die Anordnung 1, 22, 28, den gemessenen Abstand 25 und den bekannten Abstand 24 zwischen Reflektoreinheit 28 und kombinierter Sende- und Empfangseinheit 1, ist eine Bestimmung der Dichte des durchleuchteten Gehäuseabschnitts KG des Kühlschrankgehäuses K möglich. Sind die dielektrischen Parameter bekannt, kann für den Fall des Kühlschrankgehäuses K bei einer Messung vor und nach der Verschäumung die Dichte oder Fehlstellen des Isolationsmaterials 5 ermittelt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Detektion von Fehlstellen (7, 17) in der Isolation eines Kühlgerätes (K), insbesondere eines Kühlschranks, g e k e n n z e i c h n e t durch folgende Verfahrensschritte:
- 5
- Bereitstellen eines Gehäuseabschnitts (KG) des Kühlgeräts (K), wobei der Gehäuseabschnitt (KG) eine erste Wand (6) und wenigstens eine zweite Wand (4) sowie eine zwischen der ersten Wand (6) und der wenigstens einen zweiten Wand (4, 4x) angeordnete Isolationsschicht (5) aufweist, wobei die Isolationsschicht (5) und wenigstens eine der ersten Wand (6) und der wenigstens einen zweiten Wand (4, 4x) jeweils durch ein für Mikrowellen oder Submillimeterwellen zumindest teilweise transparentes Material gebildet werden,
 - 10
 - Bereitstellen einer Sendeeinheit (1) und einer Empfangseinheit (1) für Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung,
 - 15
 - Bestrahlen eines zu untersuchenden Flächenabschnitts des Gehäuseabschnitts (KG) mit nach dem FMCW-Verfahren modulierter Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung mittels der Sendeeinheit,
 - Empfangen der durch den Gehäuseabschnitt (KG) transmittierten modulierten Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung mittels der Empfangseinheit,
 - 20
 - Auswerten der gesendeten und der empfangenen modulierten Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung in einer Auswerteeinheit, derart, dass aus den Laufzeitunterschieden zwischen ausgesendeter und empfangener modulierter Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung Fehlstellen (7, 25
 - 17) in dem bestrahlten Flächenabschnitt ermittelt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
- 30
- in der Auswerteeinheit ein Frequenzspektrum der in der Empfangseinheit empfangenen Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung erzeugt wird, wobei das Frequenzspektrum (12, 13, 14, 16, 18) mit einem Referenzspektrum eines baugleichen, fehlstellenfreien Gehäuseabschnitts verglichen wird und wobei basierend auf den Abweichungen im Frequenzspektrum des untersuchten

Gehäuseabschnitts gegenüber dem Referenzspektrum Fehlstellen (7, 17) im untersuchten Gehäuseabschnitt (KG) charakterisiert werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
5 dadurch gekennzeichnet, dass
der Abstand zwischen der Sendeeinheit und der Empfangseinheit und die Dicke der Isolationsschicht (5) zwischen der ersten Wand (6) und der wenigstens einen zweiten Wand (4, 4x) des Gehäuseabschnitts (KG) bekannt ist oder gemessen wird,
10
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3
dadurch gekennzeichnet, dass
die Messung in Reflexion erfolgt, wobei die von der Sendeeinheit ausgestrahlte Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung an einer für Mikrowellen-
15 oder Submillimeterwellenstrahlung reflektierenden Oberfläche (4, 28) auf die Empfangseinheit zurückreflektiert wird, wobei der zu untersuchende Gehäuseabschnitt (KG) wenigstens einmal von der Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung durchstrahlt wird.
- 20 5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
die reflektierende Oberfläche durch eine Retroreflektoreinheit (28) gebildet wird, wobei die Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung die Isolationsschicht (5) zweifach durchstrahlt.
25
6. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die reflektierende Oberfläche durch die wenigstens eine zweite Wand (4) gebildet wird, wobei die Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung die
30 Isolationsschicht (5) zweifach durchstrahlt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Sendeeinheit und die Empfangseinheit für Mikrowellen- oder

Submillimeterwellenstrahlung gemeinsam auf einer zur ersten Wand parallelen Ebene angeordnet sind, wobei bevorzugt die Sendeeinheit und die Empfangseinheit kombiniert in einer Baueinheit (1) angeordnet sind.

- 5 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
 dadurch gekennzeichnet, dass
 der Gehäuseabschnitt (KG) mittels einer wenigstens einer Linearführung
 gegenüber der Sendeeinheit und der Empfangseinheit verfahrbar ist.
- 10 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
 dadurch gekennzeichnet, dass
 parallel zur Bestrahlung des Gehäuseabschnitts (KG) mit Mikrowellen- oder
 Submillimeterwellenstrahlung Umgebungsparameter, insbesondere
 Luftfeuchtigkeit, Luftdruck, Umgebungstemperatur und/oder CO₂-Gehalt in der
15 Umgebungsluft, und/oder die Temperatur des Materials des Gehäuseabschnitts
 gemessen werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
 dadurch gekennzeichnet, dass
20 der Gehäuseabschnitt (KG) mit modulierter Mikrowellen- oder
 Submillimeterwellenstrahlung in einem Frequenzbereich von 10 und 500 GHz
 bestrahlt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
25 dadurch gekennzeichnet, dass
 die Isolationsschicht Polyurethan enthält, insbesondere vollständig durch
 Polyurethan gebildet wird.
12. Vorrichtung zur Detektion von Fehlstellen in der Isolation eines Kühlgerätes,
30 insbesondere eines Kühlschranks (K), gemäß einem Verfahren nach einem der
 Ansprüche 1 bis 11
 - mit einer Sendeeinheit für Mikrowellen- oder
 Submillimeterwellenstrahlung, wobei die Sendeeinheit konfiguriert ist,
 einen eine erste Wand (6) und wenigstens eine zweite Wand (4) sowie eine

- zwischen der ersten Wand und der wenigstens einen zweiten Wand angeordnete Isolationsschicht (5) aufweisenden Gehäuseabschnitt (KG) des Kühlgeräts mit nach dem FMCW-Verfahren modulierter Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung zu bestrahlen,
- 5 - mit einer Empfangseinheit für Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung, wobei die Empfangseinheit konfiguriert ist, die durch den Gehäuseabschnitt (KG) transmittierte modulierte Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung zu empfangen, und
- 10 - mit einer Auswerteeinheit für die gesendete und die empfangene modulierten Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung, wobei die Auswerteeinheit konfiguriert ist, dass aus den Laufzeitunterschieden zwischen ausgesendeter und empfangener modulierter Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung Fehlstellen in dem bestrahlten Flächenabschnitt zu ermitteln.
- 15
13. Vorrichtung nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Vorrichtung eine verformungsfeste Rahmenstruktur (22) umfasst, auf der die Sendeeinheit und die Empfangseinheit in definierter relativer Position
- 20 angeordnet sind.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Rahmenstruktur einen C-Bügel (22) umfasst, in dessen offenen Bereich der
- 25 zu untersuchende Gehäuseabschnitt einführbar ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 oder 14,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Rahmenstruktur (22) eine kombinierte Sende- und Empfangseinheit (1) für
- 30 Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung, insbesondere in einer Baueinheit, sowie eine, insbesondere als Retroreflektor ausgebildete, Reflektoreinheit (28) umfasst, wobei die Detektion der Fehlstellen mittels an der Reflektoreinheit reflektierter Mikrowellen- oder Submillimeterwellenstrahlung

durchführbar ist.

16. Anlage zur Produktion von Kühlgeräten, insbesondere Kühlschränken (K), mit einer Vorrichtung zur Detektion von Fehlstellen in der Isolation eines
- 5 Kühlgerätes, insbesondere eines Kühlschranks (K), gemäß einem der Ansprüche 12 bis 15.

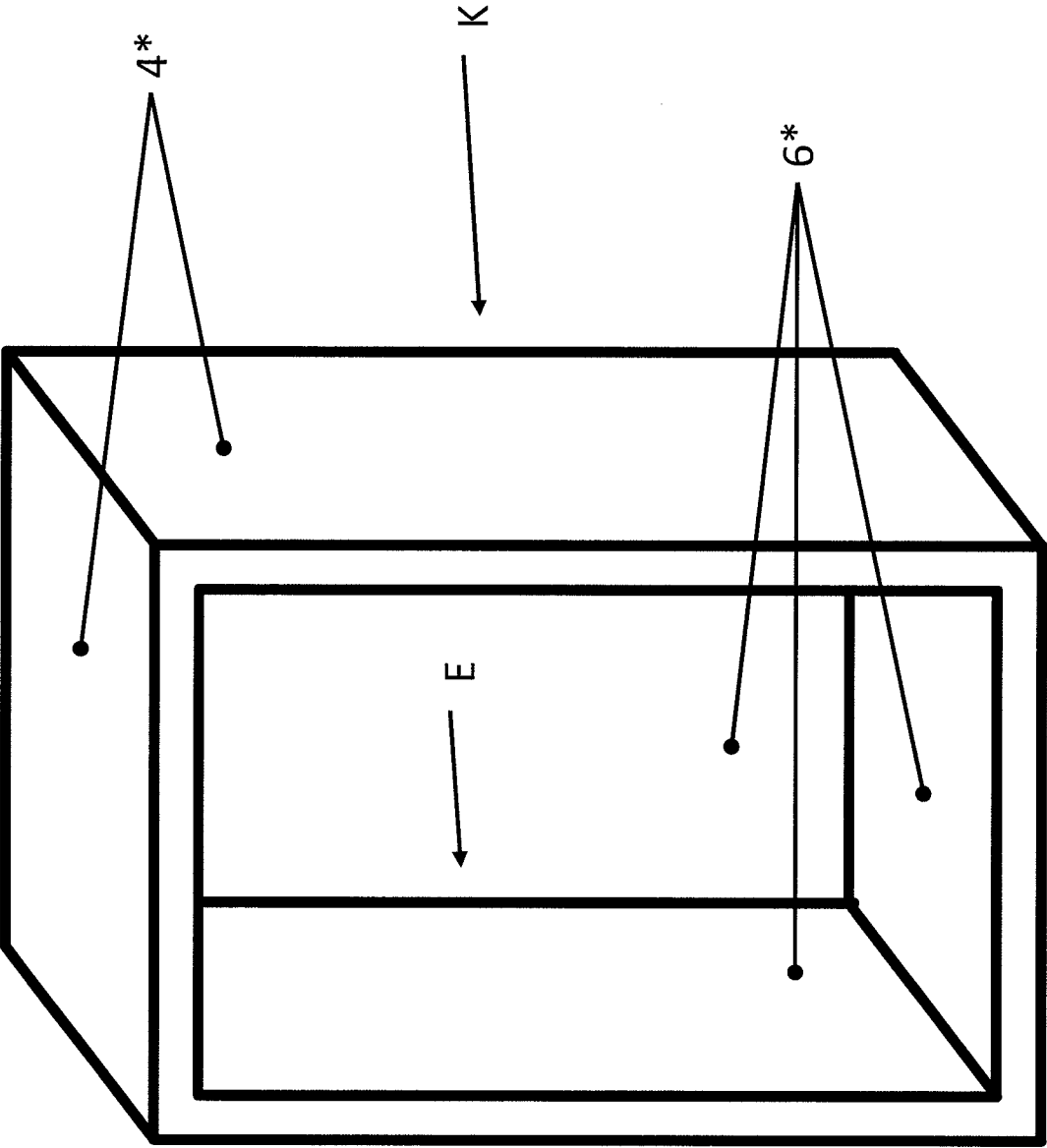


Fig. 1

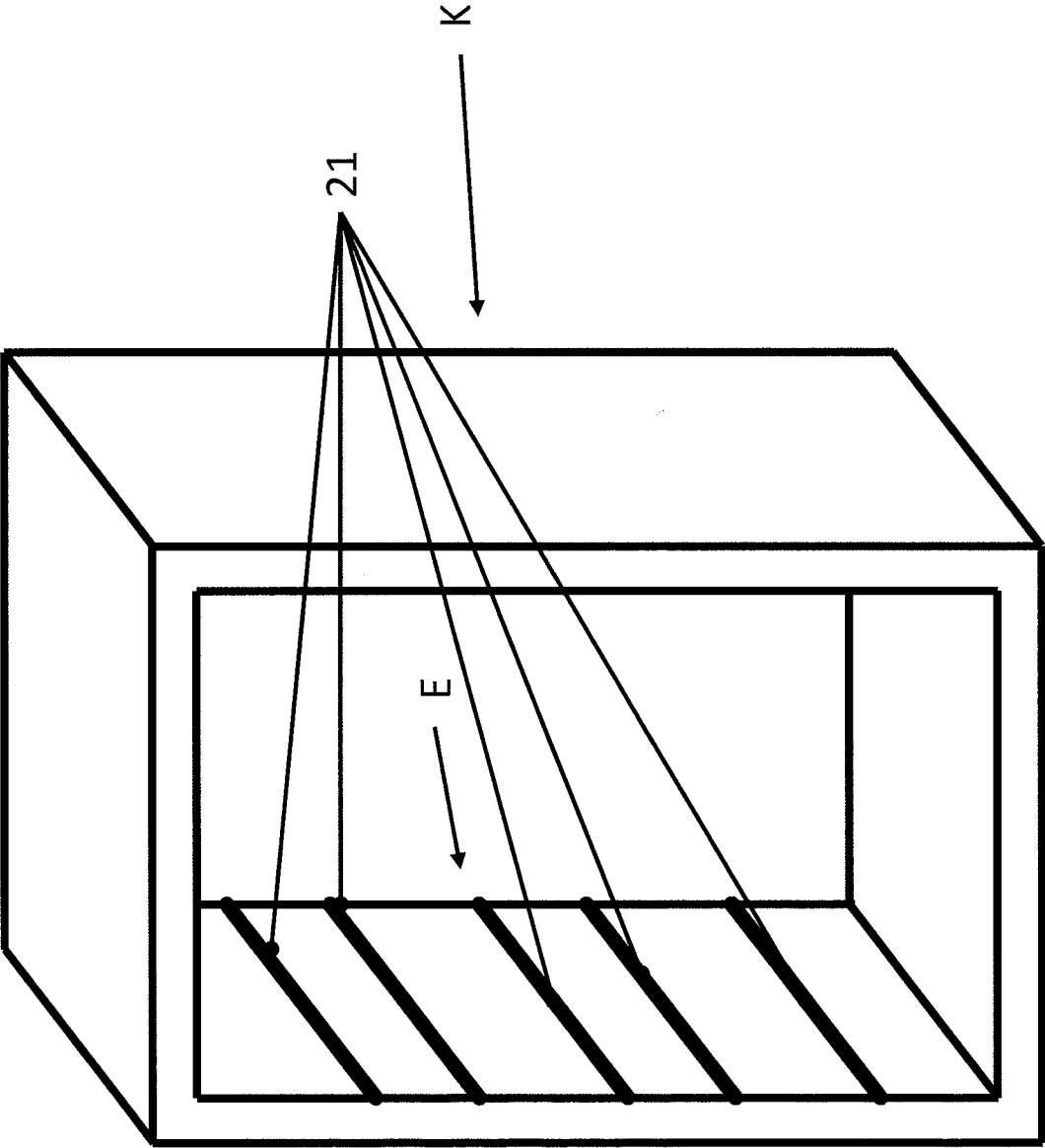


Fig. 2

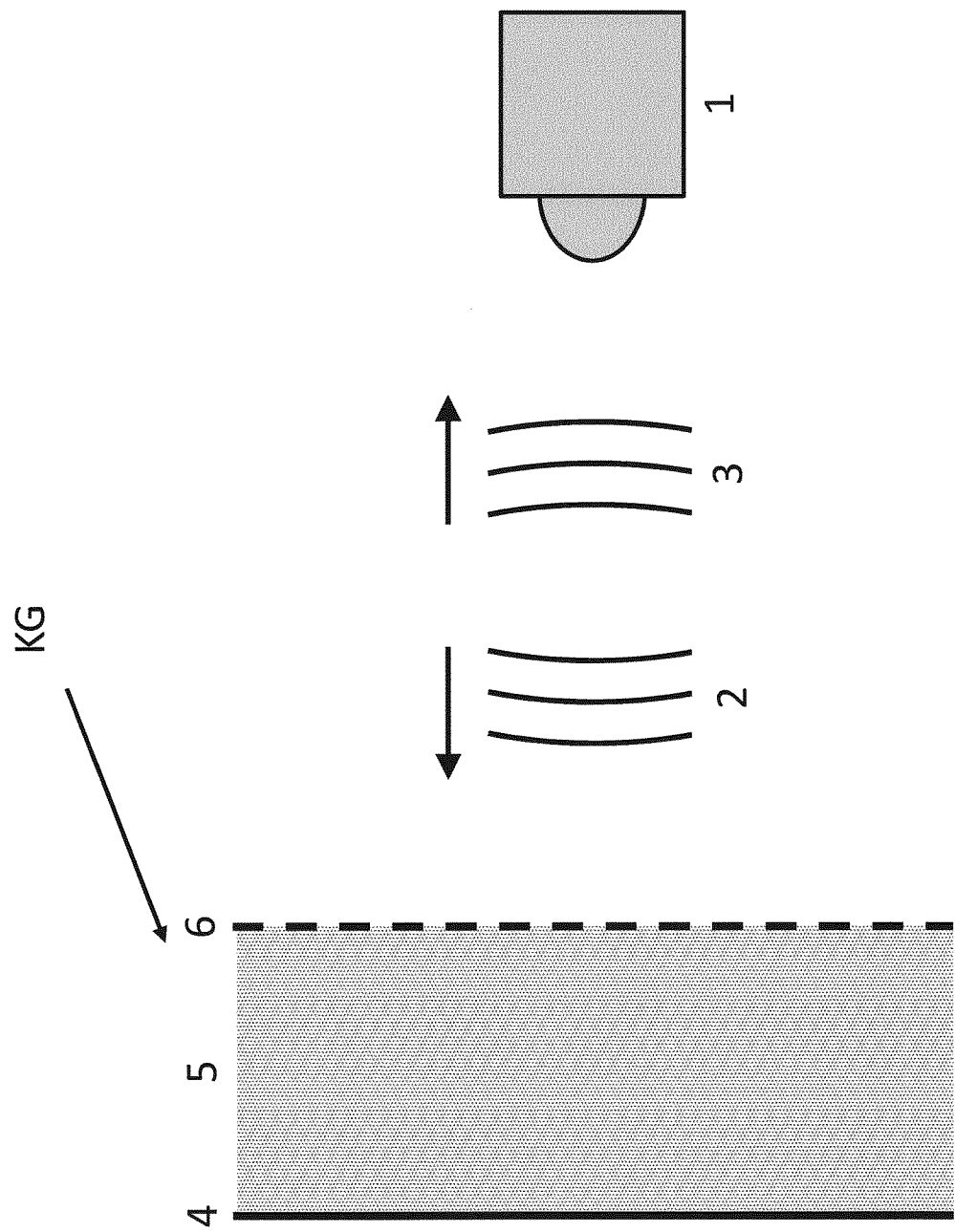


Fig. 3

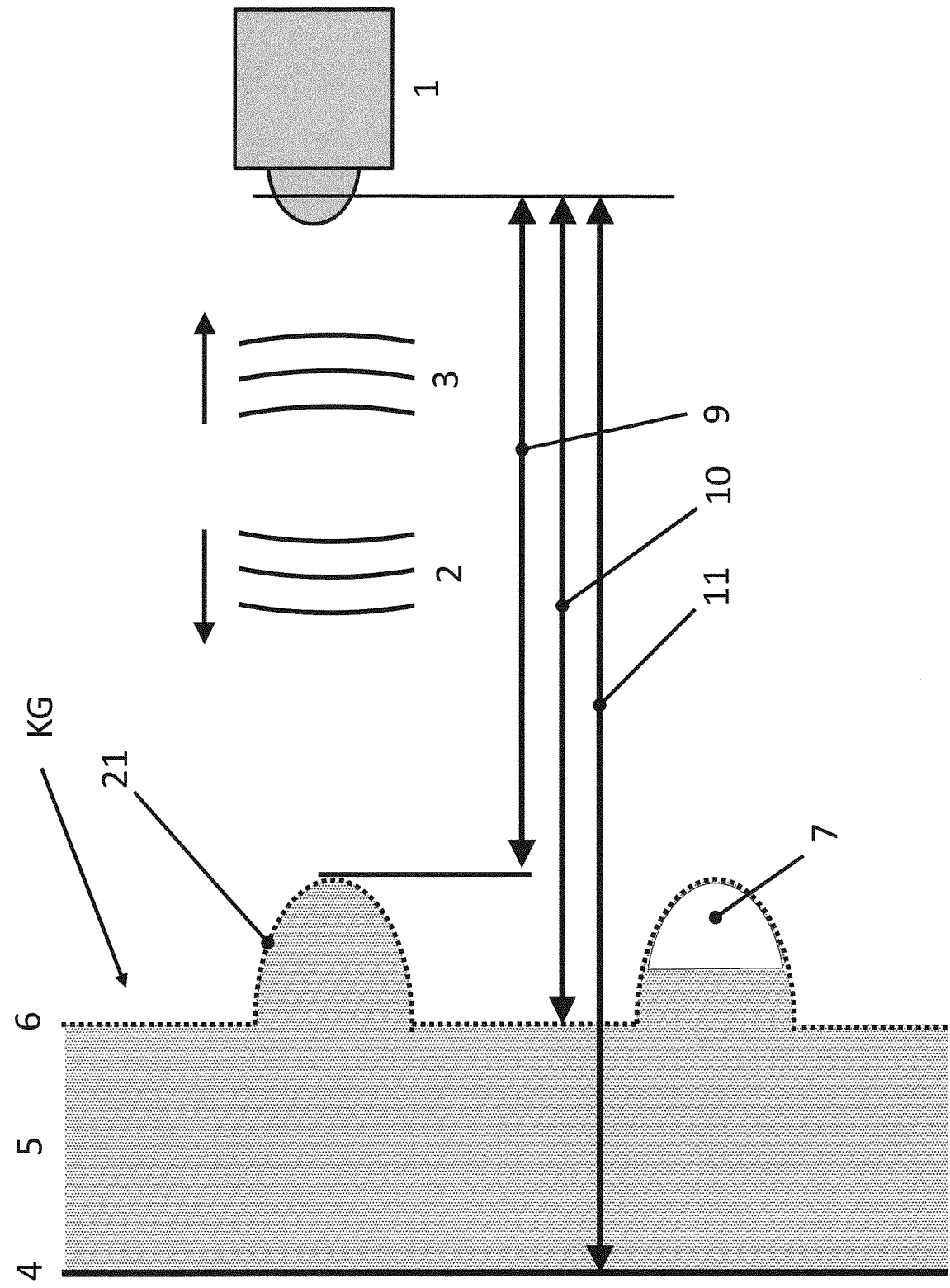


Fig. 4

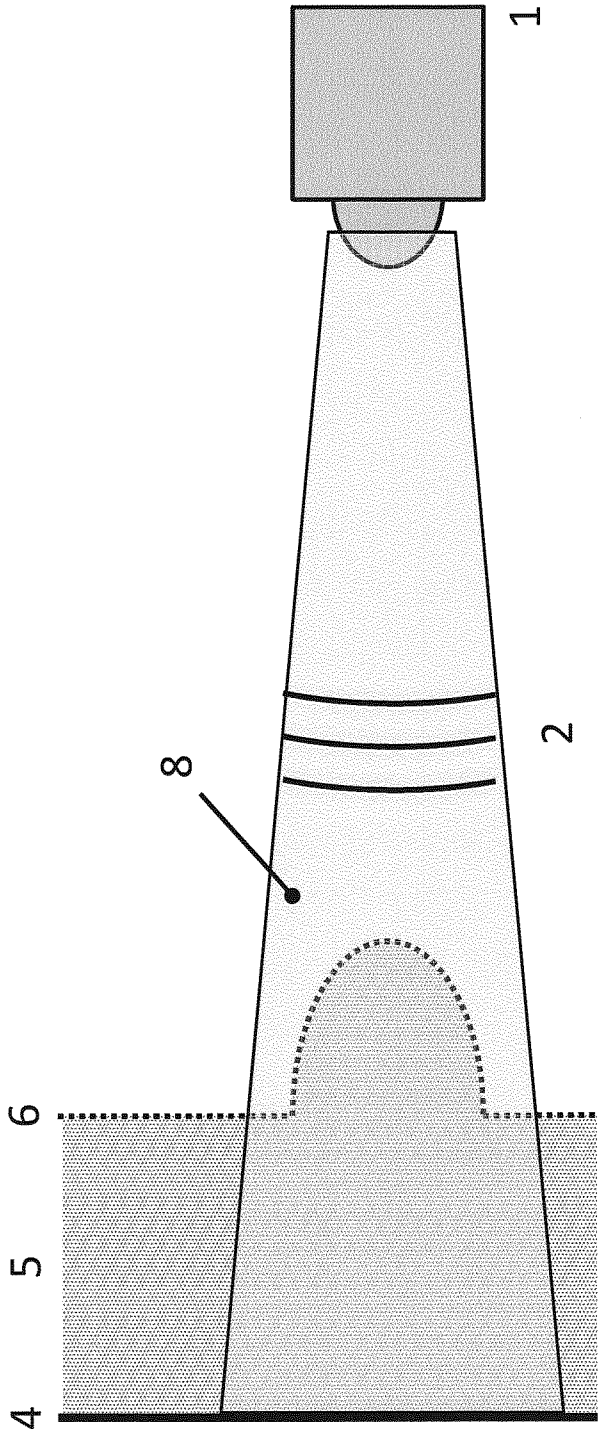
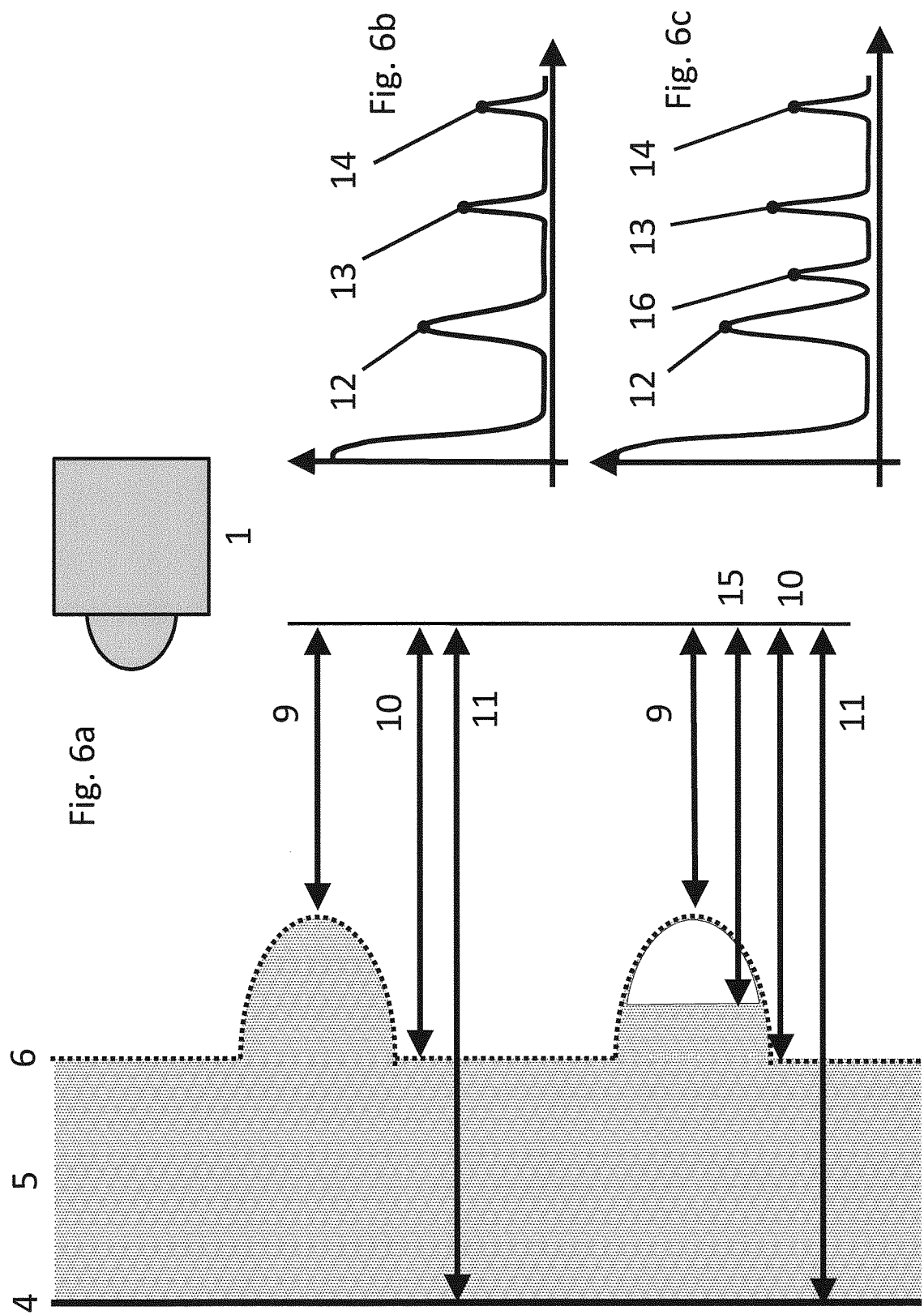


Fig. 5



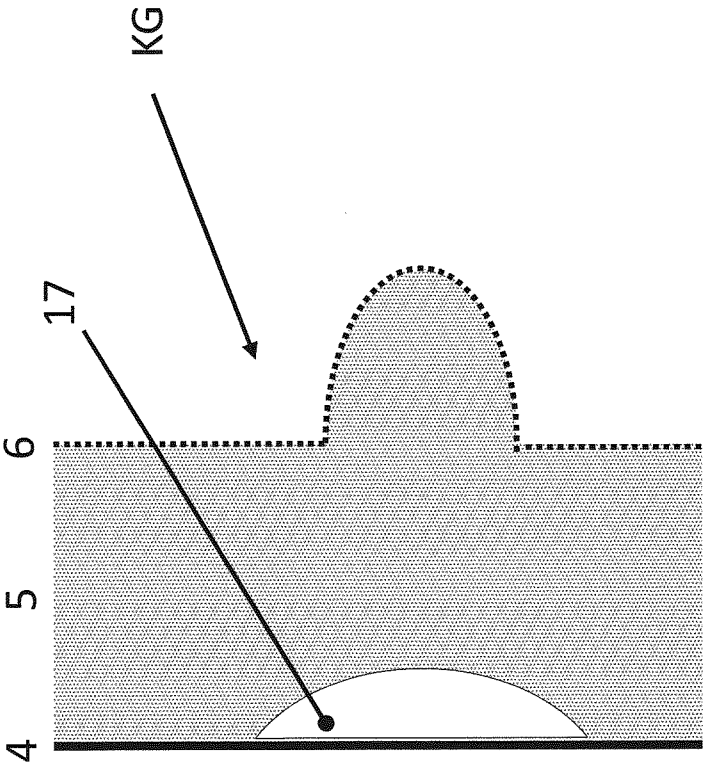


Fig. 7

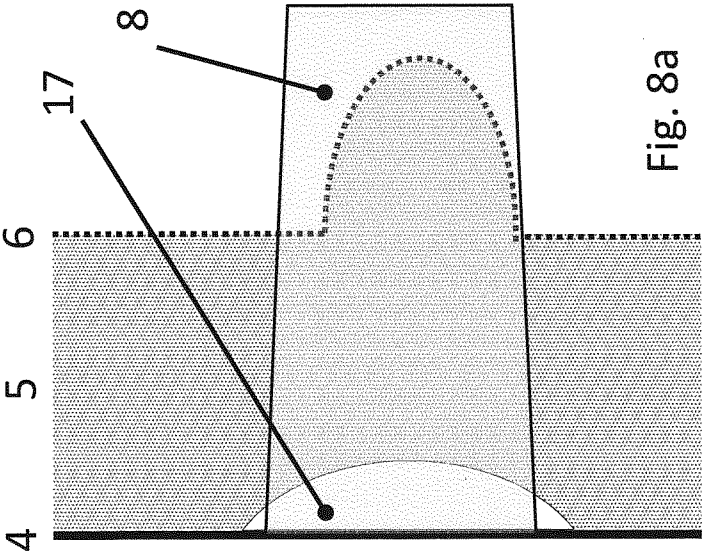


Fig. 8a

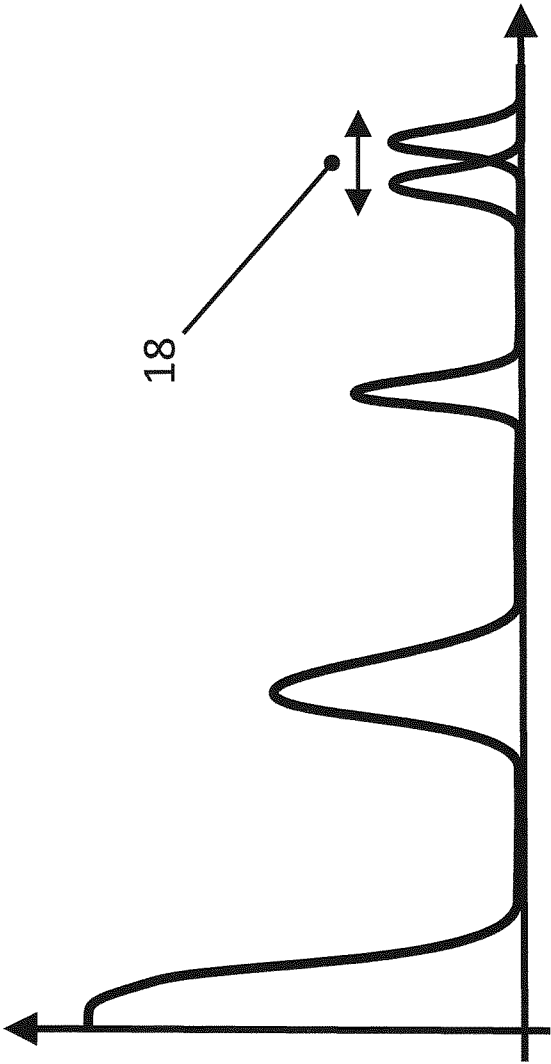


Fig. 8b2

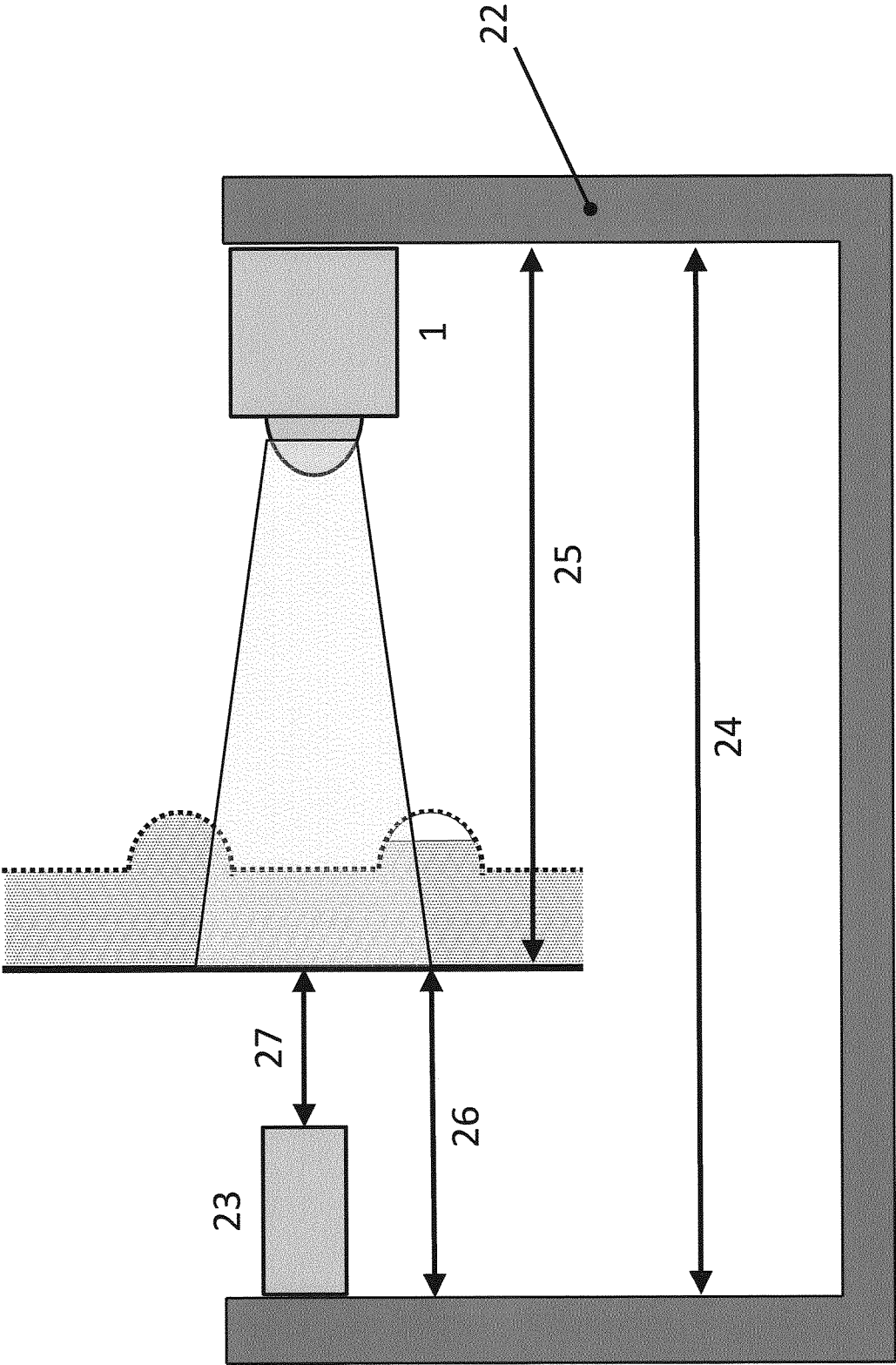


Fig. 9

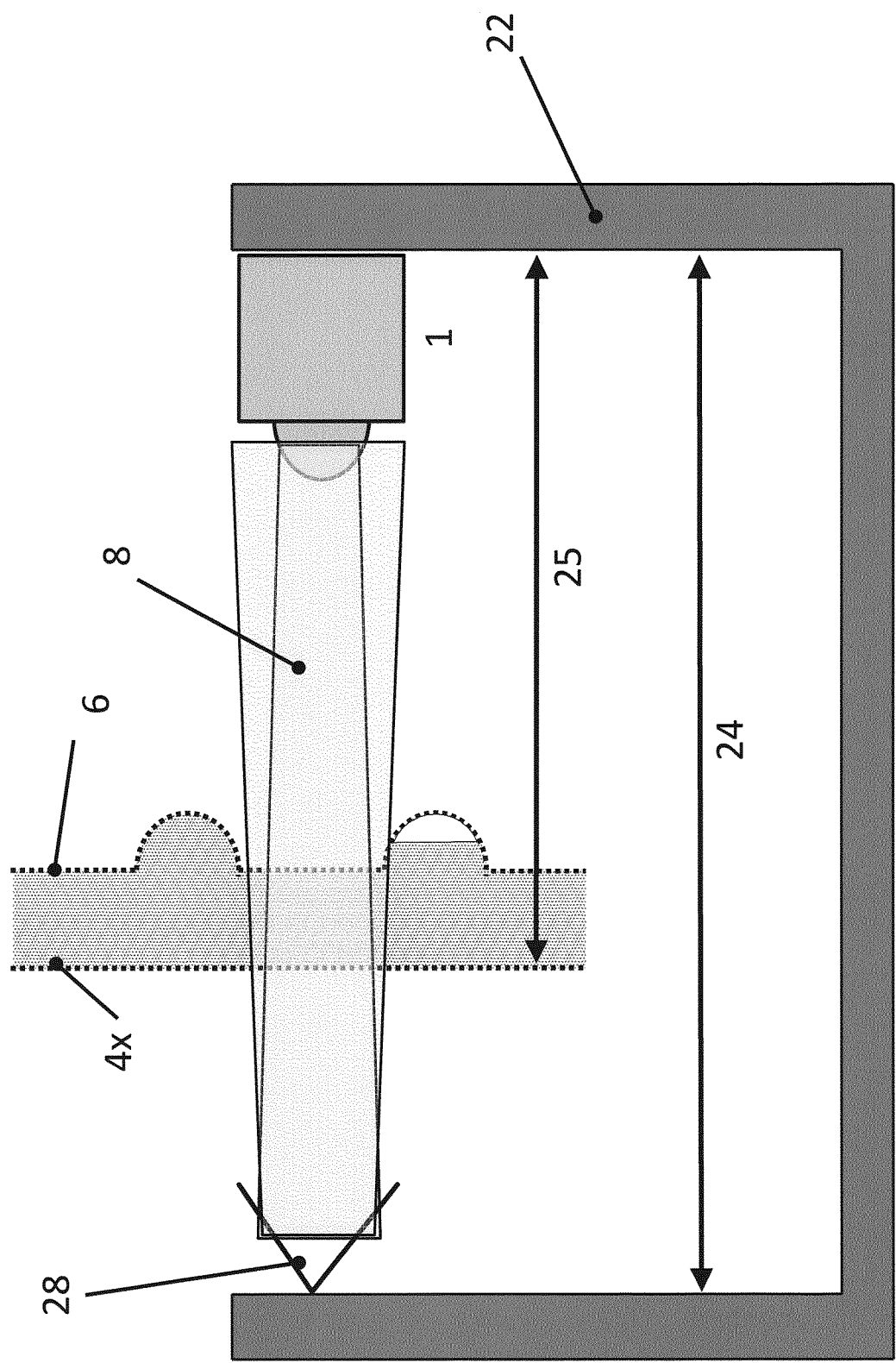


Fig. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/077692

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01N 22/00(2006.01)i; G01N 21/3581(2014.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01N 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		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Marc Georges ET AL. "Imagerie Terahertz pour l'inspection des composites" 27 March 2018 (2018-03-27), Retrieved from the Internet: https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/225139/1/Wor_kshop_Colonster.pdf [retrieved on 2020-02-12] XP055667812 the whole document	1-16
X	HOLGER QUAST ET AL. "Investigation of foam and glass fiber structures used in aerospace applications by all-electronic 3D Terahertz imaging" 2012 37TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFRARED, MILLIMETER, AND TERAHERTZ WAVES, 28 October 2010 (2010-10-28), pages 1-2 DOI: 10.1109/ICIMW.2010.5612524 ISSN: 2162-2027, ISBN: 978-1-4673-1598-2. XP055667528 pages 3,5,8 page 15 - page 23 pages 39,43	1-16
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ 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 12 February 2020		Date of mailing of the international search report 21 February 2020
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Steinmetz, Johannes Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CRISTOFANI EDISON ET AL. "Nondestructive testing potential evaluation of a terahertz frequency-modulated continuous-wave imager for composite materials inspection" <i>OPTICAL ENGINEERING, SOC. OF PHOTO-OPTICAL INSTRUMENTATION ENGINEERS, BELLINGHAM</i> , Vol. 53, No. 3, 01 March 2014 (2014-03-01), page 31211, [retrieved on 2014-03-21] DOI: 10.1117/1.OE.53.3.031211 ISSN: 0091-3286, XP060048380 page 2 - page 6	1-16
X	YU ZHOU ET AL. "High-precision terahertz frequency modulated continuous wave imaging method using continuous wavelet transform" <i>OPTICAL ENGINEERING</i> ., BELLINGHAM, Vol. 57, No. 02, 26 February 2018 (2018-02-26), pages 1-7 DOI: 10.1117/1.OE.57.2.023108 ISSN: 0091-3286, XP055593863 abstract; figures 1,3-5 page 2 - page 4	1-16
E	WO 2019201564 A1 (ARCELIK AS [TR]) 24 October 2019 (2019-10-24) abstract; claims 1-5	1,12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/077692

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2019201564	A1	24 October 2019	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01N22/00 G01N21/3581
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01N

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	Marc Georges ET AL: "Imagerie Terahertz pour l'inspection des composites", 27. März 2018 (2018-03-27), XP055667812, Gefunden im Internet: URL: https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/225139/1/Workshop_Colonster.pdf [gefunden am 2020-02-12] das ganze Dokument ----- -/-	1-16

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ 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

12. Februar 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/02/2020

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

Steinmetz, Johannes

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	HOLGER QUAST ET AL: "Investigation of foam and glass fiber structures used in aerospace applications by all-electronic 3D Terahertz imaging", 2012 37TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFRARED, MILLIMETER, AND TERAHERTZ WAVES, 28. Oktober 2010 (2010-10-28), Seiten 1-2, XP055667528, ISSN: 2162-2027, DOI: 10.1109/ICIMW.2010.5612524 ISBN: 978-1-4673-1598-2 Seiten 3,5,8 Seite 15 - Seite 23 Seiten 39,43 -----	1-16
X	CRISTOFANI EDISON ET AL: "Nondestructive testing potential evaluation of a terahertz frequency-modulated continuous-wave imager for composite materials inspection", OPTICAL ENGINEERING, SOC. OF PHOTO-OPTICAL INSTRUMENTATION ENGINEERS, BELLINGHAM, Bd. 53, Nr. 3, 1. März 2014 (2014-03-01), Seite 31211, XP060048380, ISSN: 0091-3286, DOI: 10.1117/1.OE.53.3.031211 [gefunden am 2014-03-21] Seite 2 - Seite 6 -----	1-16
X	YU ZHOU ET AL: "High-precision terahertz frequency modulated continuous wave imaging method using continuous wavelet transform", OPTICAL ENGINEERING., Bd. 57, Nr. 02, 26. Februar 2018 (2018-02-26), Seiten 1-7, XP055593863, BELLINGHAM ISSN: 0091-3286, DOI: 10.1117/1.OE.57.2.023108 Zusammenfassung; Abbildungen 1,3-5 Seite 2 - Seite 4 -----	1-16
E	WO 2019/201564 A1 (ARCELIK AS [TR]) 24. Oktober 2019 (2019-10-24) Zusammenfassung; Ansprüche 1-5 -----	1,12

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

PCT/EP2019/077692

Im Recherchenbericht
angeführtes Patentdokument

Datum der
Veröffentlichung

Mitglied(er) der Patentfamilie

Datum der
Veröffentlichung

WO 2019201564	A1	24-10-2019	KEINE
---------------	----	------------	-------