

(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
31. Juli 2014 (31.07.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/114512 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01N 29/06 (2006.01) G01N 29/22 (2006.01)
G01N 29/11 (2006.01) G01N 29/265 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/050478

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Januar 2014 (13.01.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 200 974.7
22. Januar 2013 (22.01.2013) DE

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: MOOSHOFER, Hubert; Thierschstraße 44,
80538 München (DE). GOLDAMMER, Matthias;
Rapotostraße 10, 80687 München (DE). WISSMANN,
Patrick; Einsteinstraße 179, 81677 München (DE).
LALONI, Claudio; Dammerbauerweg 8, 82024
Taufkirchen (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, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, 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.

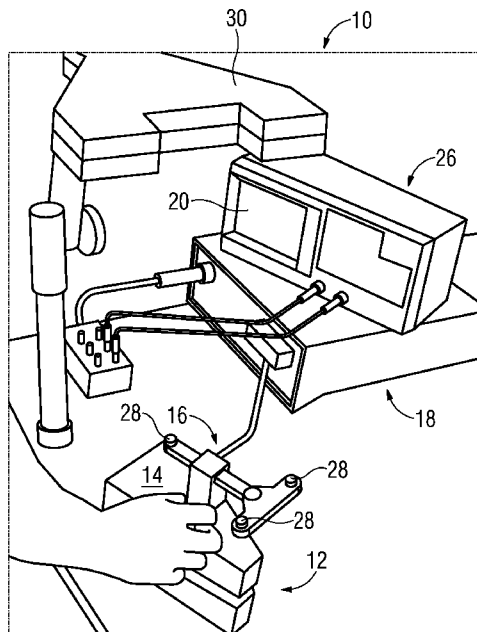
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR THE HAND-GUIDED ULTRASOUND CHECK OF A TEST OBJECT

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND SYSTEM ZUR HANDGEFÜHRTEN ULTRASCHALLPRÜFUNG EINES
PRÜFOBJEKTS

FIG 2



(57) Abstract: The invention relates to a method for the
ultrasound check of a test object (12) comprising the steps:
moving a test probe (16) along a test probe surface (14) and
sending ultrasound impulses into the test object (12) by
means of the test probe (16); receiving respective echo
signals corresponding with the emitted ultrasound impulses
by means of the test probe (16); preparing an image (20) of
a predetermined test region of the test object (12) on the basis
of an overlapping and averaging of amplitude values of the
received echo signals by means of a data processing unit (18);
wherein the method according to the invention is
characterized by the following steps: capturing the respective
position of the test probe (16) when sending the ultrasound
signals and/or when receiving the corresponding echo signals
by means of a capturing unit; considering the respectively
captured positions of the test probe (16) when creating the
image (20) of the test region of the test object (12).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein
Verfahren zur Ultraschallprüfung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/114512 A1



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)

eines Prüfobjekts (12), mit den Schritten: Bewegen eines Prüfkopfes (16) entlang einer Prüfobjektoberfläche (14) und Aussenden von Ultraschallimpulsen in das Prüfobjekt (12) mittels des Prüfkopfes (16); Empfangen jeweiliger mit den ausgesendeten Ultraschallimpulsen korrespondierender Echosignale mittels des Prüfkopfes (16); Erstellen einer Abbildung (20) eines vorgegebenen Prüfbereichs des Prüfobjekts (12) basierend auf einer Überlagerung und Mittelung von Amplitudenwerten der empfangenen Echosignale mittels einer Datenverarbeitungseinrichtung (18); wobei sich das erfindungsgemäße Verfahren durch folgende Schritte auszeichnet: Erfassen der jeweiligen Position des Prüfkopfes (16) bei Aussenden der Ultraschallsignale und/oder bei Empfangen der korrespondierenden Echosignale mittels einer Erfassungseinrichtung; Berücksichtigen der jeweils erfassten Positionen des Prüfkopfes (16) beim Erzeugen der Abbildung (20) des Prüfbereichs des Prüfobjekts (12).

Beschreibung

Verfahren und System zur handgeführten Ultraschallprüfung
eines Prüfobjekts

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie ein System zur
Ultraschallprüfung eines Prüfobjekts der in den Oberbegriffen
der unabhängigen Patentansprüche angegebenen Art.

10

Zur zerstörungsfreien Prüfung von Prüfobjekten sind unter-
schiedlichste Ultraschallprüfverfahren bekannt. Zur besseren
Lokalisierung und Trennung von Defekten bei der zerstörungs-
freien Prüfung mit Ultraschall ist die Analysetechnik SAFT
15 (Synthetic Aperture Focusing Technique) bekannt. Die Inspek-
tion erfolgt dabei wie bei einer klassischen Ultraschallprü-
fung, jedoch werden die Daten ohne eine Gleichrichtung aufge-
zeichnet. Bei der anschließenden Analyse der Messdaten werden
Amplitudensummen aus einer Vielzahl von Messsignalen für je-
20 weilige kleine Volumenelemente, welche auch als sogenannte
Voxel bezeichnet werden, ermittelt. Die Ultraschallprüfung
unter Zuhilfenahme der SAFT-Analyse wird üblicherweise bei
einer automatisierten Bewegung eines die Ultraschallimpulse
aussendenden und die korrespondierenden Echosignale empfan-
25 genden Prüfkopfes eingesetzt.

Durch den Einsatz von sogenannten Phased-Array-Prüfköpfen
können Prüfobjekte nicht nur mechanisch sondern auch elektro-
nisch gescannt werden, d. h. dass durch eine Art elektroni-
30 sches Verschieben des Prüfkopfes mehrere Messungen in einem
definierten Raster durchgeführt werden. Bei einem stationären
Prüfkopf können Daten, die mit demselben elektronischen Scan
aufgenommen wurden, mit der SAFT-Analyse ausgewertet werden.
Dies funktioniert sowohl bei unbewegtem Prüfkopf als auch bei
35 während des elektronischen Scans bewegten Prüfkopf, wenn die
exakte Sende- und Empfangsposition sowie Einschallwinkel und
Fokussierung zum Rekonstruktionszeitpunkt bekannt sind.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte, insbesondere handgeführte Ultraschallprüfung eines Prüfobjekts unter Zuhilfenahme der SAFT-Analyse zu ermöglichen.

5

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren sowie durch ein System zur Ultraschallprüfung mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen und nicht trivialen Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

10

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Ultraschallprüfung eines Prüfobjekts umfasst die folgenden Schritte: Bewegen eines Prüfobjekts entlang einer Prüfobjektoberfläche und Aus-

15 senden von Ultraschallimpulsen in das Prüfobjekt mittels des Prüfkopfes; Empfangen jeweiliger mit den ausgesendeten Ultraschallimpulsen korrespondierender Echosignale mittels des Prüfkopfes; Erstellen einer Abbildung eines vorgegebenen Prüfbereichs des Prüfobjekts basierend auf einer Überlagerung

20 und Mittelung von Amplitudenwerten der empfangenen Echosignale mittels einer Datenverarbeitungseinrichtung. Mit anderen Worten umfasst das Verfahren zur Ultraschallprüfung eines Prüfobjekts die bei einer SAFT-Analyse erforderlichen Schritte, wobei sich das erfindungsgemäße Verfahren dadurch aus-

25 zeichnet, dass die jeweiligen Positionen des Prüfkopfes bei Aussenden der Ultraschallsignale und/oder bei Empfangen der korrespondierenden Echosignale mittels einer Erfassungseinrichtung erfasst und die jeweils erfassten Positionen des Prüfkopfes beim Erzeugen der Abbildung des Prüfbereichs des

30 Prüfobjektes berücksichtigt werden.

Es ist somit erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Position des Prüfkopfes auf der Oberfläche des Prüfobjekts während der Dauer der Prüfung gemessen wird. Die Messung der jeweiligen

35 Position erfolgt dabei innerhalb vergleichsweise kurzer Intervalle und mit einem definierten Zeitbezug relativ zu den zur Inspektion des Prüfobjekts ausgesandten Ultraschallimpulsen. Vorzugsweise erfolgt die Positionsmessung jeweils dann,

wenn ein Ultraschallimpuls ausgesendet wird. Zusätzlich kann auch noch jeweils eine Positionsmessung erfolgen, wenn das zu dem ausgesendeten Ultraschallimpuls korrespondierende Echo-signal empfangen wird.

5

In Abhängigkeit von den erfassten bzw. gemessenen jeweiligen Positionen des Prüfkopfes wird eine jeweils momentane Position des Prüfkopfes, vorzugsweise zum Zeitpunkt eines jeweiligen Aussendens des Ultraschallimpulses, ermittelt und bei der SAFT-Analyse zur Bestimmung eines Abstandes zwischen einem zu rekonstruierenden Voxel und der tatsächlichen Messposition verwendet.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird es ermöglicht, die Ultraschallprüfung eines Prüfobjekts unter Zuhilfenahme der SAFT-Analyse auch bei handgeführten Prüfkopf einzusetzen. Vorzugsweise kann der Prüfkopf dabei manuell entlang der Prüfobjektoberfläche bewegt werden. Insbesondere kann der Prüfkopf bei dem erfindungsgemäßen Verfahren frei auf der Prüfobjektoberfläche geführt werden. Die Lokalisation von Defekten innerhalb des Prüfobjekts wird durch das Verfahren erheblich verbessert, wobei einzelne Defekte besser voneinander unterschieden und das Signalrauschverhältnis insbesondere bei einer manuellen, also bei einer handgeführten Prüfung, verbessert wird. Dadurch ergibt sich bei der Erstellung der Abbildung des Prüfbereichs des Prüfobjekts eine verbesserte Auflösung von Gruppenanzeigen, also von nahe beieinander liegenden Einzelanzeigen, die ohne eine SAFT-Analyse nicht voneinander getrennt werden könnten und daher als eine größere Anzeige bewertet werden würden, und insbesondere eine verbesserte Detektion von kleinen Defekten. Unter kleinen Defekten sind dabei Defekte mit einer Abmessung zu verstehen, welche im Verhältnis zur verwendeten Wellenlänge der Ultraschallimpulse klein sind. Zudem können die Prüfergebnisse, welche mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erzielt werden, durch eine Referenzierung zu einem dreidimensionalen digitalen Modell des Prüfobjekts besonders intuitiv interpretiert werden.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass bei Aussenden der Ultraschallsignale und/oder bei Empfangen der korrespondierenden Echosignale eine Orientierung des Prüfkopfes mittels der Erfassungseinrichtung erfasst und beim Erzeugen der Abbildung des Prüfobjekts berücksichtigt wird. Insbesondere bei einer manuellen Ultraschallprüfung, also einer händischen Führung des Prüfobjekts, ist es relativ einfach möglich, den Prüfkopf entlang einer nicht eben ausgebildeten Prüfobjektoberfläche zu bewegen, um auch solche Prüfobjekt mittels der Ultraschallprüfung im Hinblick auf Defekte zu untersuchen. In solchen Fällen ergibt sich die Problematik, dass die Ultraschallimpulse je nach Positionierung des Prüfkopfes an der Prüfobjektoberfläche mit unterschiedlichen Orientierungen, also unterschiedlichen Winkeln in den Prüfobjekt eingebracht werden. Die Erfassung der jeweiligen Orientierung des Prüfkopfes kann dabei beispielsweise gegenüber einem ortsfesten Referenzkoordinatensystem, einer Startorientierung des Prüfkopfes zu Beginn der Ultraschallprüfung oder dergleichen erfolgen, so dass eine eindeutige Referenz für die Bestimmung der jeweiligen Orientierung des Prüfkopfes gegeben ist. Durch die Berücksichtigung der Orientierung können sowohl unterschiedliche Winkel, mit welchen Ultraschallimpulse in den Prüfobjekt eingebracht werden, sowie jeweilige Oberflächenneigungen des Prüfobjekts berücksichtigt werden, so dass insgesamt eine verbesserte Abbildung des Prüfobjekts durch die Ultraschallprüfung ermöglicht wird.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass anhand der erfassten Position und Orientierung des Prüfkopfes die Mittenposition der aktiven Apertur des Prüfkopfes beim Aussenden der Ultraschallsignale ermittelt und beim Erzeugen der Abbildung des Prüfbereichs des Prüfobjekts berücksichtigt wird. Unter der aktiven Apertur ist dabei derjenige Bereich des Prüfkopfes zu verstehen, welcher als aktive Sende- bzw. Empfangsfläche für die Ultraschallimpulse bzw. die Echosignale dient. Wird beispielsweise ein Phased-Array-Prüfkopf eingesetzt, ist die Mittenposition der aktiven Apertur der Bereich, welcher gerade zum Aussenden

der Ultraschallimpulse bzw. zum Empfangen der korrespondierenden Echosignale entsprechend angesteuert worden ist. Vorzugsweise wird dabei bei einem jeweiligen Aussenden der Ultraschallimpulse und/oder bei einem jeweiligen Empfangen der korrespondierenden Echosignale die Mittenposition ermittelt. Durch die Ermittlung der Mittenposition der gerade aktiven Apertur des Prüfkopfes kann eine besonders exakte Ultraschallprüfung und Erzeugung einer Abbildung des Prüfbereiches des Prüfobjekts erzielt werden.

10

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Abbildung des Prüfbereiches des Prüfobjekts während des Bewegens des Prüfkopfes entlang der Prüfobjektoberfläche erstellt wird. Mit anderen Worten kann ein entsprechendes Analyseergebnis der Ultraschallprüfung optional bereits während der laufenden Messung angezeigt werden. Dadurch kann besonders schnell, also noch während der Durchführung der Ultraschallprüfung, auf entsprechende lokalisierte Defekte innerhalb des Prüfobjekts geschlossen werden.

20

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass Daten über die erfassten Positionen und/oder Orientierungen und diesen jeweils zugeordnete Zeitpunkte gespeichert werden. Diese Daten können für eine spätere Auswertung bereitgestellt werden, beispielsweise zum Nachweis dafür, dass keine relevanten Prüforte bei der Ultraschallprüfung ausgelassen worden sind, oder zur späteren Visualisierung eines dreidimensionalen Modells des Prüfobjekts.

30

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Ultraschallprüfung mit mehreren Prüfköpfen durchgeführt wird. Die Erfassung der jeweiligen Position und/oder Orientierungen wird dabei für alle Prüfköpfe durchgeführt und bei der Erstellung der Abbildung des Prüfobjekts berücksichtigt werden. Durch die Verwendung mehrerer Prüfköpfe können auch große Prüfobjekt in relativ kurzer Zeit der Ultraschallprüfung unterzogen werden.

35

Das erfindungsgemäße System zur Ultraschallprüfung eines Prüfobjekts umfasst einen entlang einer Prüfobjektoberfläche bewegbaren Prüfkopf, mittels welchem Ultraschallimpulse in
5 das Prüfobjekt aussendbar und jeweilige mit den ausgesendeten Ultraschallimpulsen korrespondierende Echosignale empfangbar sind. Des Weiteren umfasst das System eine Datenverarbeitungseinrichtung, mittels welcher eine Abbildung eines vorgebbaren Prüfbereichs des Prüfobjekts basierend auf einer
10 Überlagerung und Mittelung von Amplitudenwerten der empfangenen Echosignale erstellbar ist. Das erfindungsgemäße System zeichnet sich dabei dadurch aus, dass das System eine Erfassungseinrichtung umfasst, mittels welcher jeweilige Positionen des Prüfkopfes bei Aussenden der Ultraschallsignale
15 und/oder bei Empfangen der korrespondierenden Echosignale erfassbar sind, wobei mittels der Datenverarbeitungseinrichtung die Abbildung des Prüfbereichs des Prüfobjekts unter Berücksichtigung der jeweils erfassten Position des Prüfkopfes erstellbar ist. Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind dabei als vorteilhafte Ausgestaltungen des Systems anzusehen, wobei das System insbesondere Mittel umfasst, um die Verfahrensschritte durchzuführen zu können.

25 In vorteilhafter Ausgestaltung des Systems ist es vorgesehen, dass die Erfassungseinrichtung einen optischen Bewegungssensor umfasst, welcher an dem Prüfkopf angebracht ist, und mittels welchem die jeweils relative Position zu einem Referenzpunkt erfassbar ist. Bei dem Referenzpunkt kann es sich beispielsweise um die Position handeln, an welcher der Prüfkopf zu Beginn der Ultraschallprüfung angeordnet worden ist. Vorzugsweise umfasst die Erfassungseinrichtung dabei einen weiteren optischen Bewegungssensor, welcher mit einem vorgegebenen Abstand entfernt von dem anderen optischen Bewegungssensor an dem Prüfkopf angebracht ist und mittels welchem die
35 jeweils relative Position zu dem Referenzpunkt erfassbar ist. Durch die Verwendung von zwei Bewegungssensoren, welche beispielsweise nach dem sogenannten Optical-Flow-Messprinzip ar-

beiten können, welche aus Computereingabegeräten, beispielsweise Computer-Mäusen, bekannt sind, werden lokal variierende optische Eigenschaften der Prüfobjektoberfläche zur Bewegungsdetektion herangezogen, um die jeweiligen Positionen des Prüfkopfes zu unterschiedlichen Zeitpunkten der Messung bestimmen zu können. Durch die Hinzunahme des zweiten optischen Bewegungssensors kann die Bewegungsdetektion von zwei translatorischen auf einen dritten, nämlich rotatorischen Freiheitsgrad, erweitert werden.

10

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Systems ist es vorgesehen, dass die Erfassungseinrichtung eine Mehrzahl von an dem Prüfkopf angebrachten Ultraschallsendern und zumindest einen vom Prüfkopf entfernt angeordneten Ultraschallempfänger umfasst, mittels welchem die Position und Orientierung des Prüfkopfes anhand der von den Ultraschallsendern ausgesendeten Ultraschallimpulsen ermittelbar ist. Dadurch können auf besonders zuverlässige Weise dreidimensionale Positionsinformationen und jeweilige Orientierungen des Prüfkopfes um die drei Raumachsen ermittelt werden. Es können dabei auch mehrere Ultraschallempfänger vorgesehen sein. Zudem kann die Position der Ultraschallsender und des Ultraschallempfängers oder der Ultraschallempfänger vertauscht sein. Mit anderen Worten können der oder die Ultraschallempfänger am Prüfkopf vorgesehen sein, wobei die Ultraschallsender ortsfest und entsprechend beabstandet von dem Prüfkopf angeordnet sind.

25

30

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Erfassungseinrichtung eine verschwenkbare Halteeinrichtung umfasst, an welcher der Prüfkopf drehbeweglich angebracht ist, wobei die Halteeinrichtung einen Weg- und Drehgeber umfasst, mittels welchem die Position und/oder Orientierung des Prüfkopfes ermittelbar ist. Dadurch kann ebenfalls auf zuverlässige Weise eine jeweilige Positionierung des Prüfkopfes in allen drei Raumrichtungen sowie die Orientierung des Prüfkopfes um alle drei Raumachsen erfasst werden.

35

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung des Systems ist es vorgesehen, dass die Erfassungseinrichtung eine Bilderfassungseinrichtung umfasst, mittels welcher eine Mehrzahl von
5 am Prüfkopf angebrachten optischen Markierungen erfassbar und basierend darauf die Position und Orientierung des Prüfkopfes ermittelbar sind. Bei den optischen Markierungen kann es sich beispielsweise um aktive, also Licht emittierende oder passive, das Umgebungslicht oder eine Hilfsbeleuchtung reflektierende, Markierungen handeln. Durch eine entsprechende Detek-
10 tion der optischen Markierungen kann kontinuierlich eine dreidimensionale Positionierung und Orientierung des Prüfkopfes, beispielsweise relativ zu einem vorgegebenen Koordinatensystem, ermittelt werden.

15

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des Systems sieht vor, dass die Erfassungseinrichtung eine am Prüfkopf angebrachte Bilderfassungseinrichtung umfasst, mittels welcher eine Mehrzahl von an der Prüfobjektoberfläche angebrachten
20 optischen Markierungen erfassbar und basierend darauf die Position und Orientierung des Prüfkopfes ermittelbar ist. Vorzugsweise umfasst die Erfassungseinrichtung eine Projektions- einrichtung, mittels welcher die optischen Markierungen auf die Prüfobjektoberfläche mit einem vorgebbaren Muster
25 projizierbar sind. Das vorgegebene Muster kann beispielsweise ein Punkt-, Streifen, Schachbrettmuster oder dergleichen sein. Vorteilhaft ist dabei eine Ausführung des Musters, das auf eine vorgegebene Art lokal variiert, beispielsweise durch eine Kodierung mittels der Punktform, der Anordnung der Punk-
30 te, der Wellenlänge oder dergleichen. Dadurch wird eine besonders einfache und zuverlässige Ermittlung der Positionierung und Orientierung des Prüfkopfes ermöglicht.

Schließlich ist es in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung
35 des Systems vorgesehen, dass der Prüfkopf als Senkrechtprüfkopf, Winkelprüfkopf oder als Phased-Array-Prüfkopf ausgebildet ist.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnungen. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

Die Zeichnung zeigt in:

- FIG 1 eine schematische Perspektivansicht eines Systems zur Ultraschallprüfung eines Prüfobjekts, wobei zwei optische Bewegungssensoren zur Erfassung der Position und Orientierung des Prüfkopfes an diesem angeordnet sind;
- FIG 2 eine schematische Perspektivansicht einer alternativen Ausführungsform des Systems zur Ultraschallprüfung eines Prüfobjekts, wobei an einem Arm ein Ultraschallempfänger oberhalb eines T-förmig ausgebildeten Prüfkopfes angeordnet ist, an welchem seinerseits drei Ultraschallsender angebracht sind;
- FIG 3 eine Perspektivansicht einer weiteren alternativen Ausführungsform zur Ultraschallprüfung eines Prüfobjekts, wobei ein handgeführter Prüfkopf an einer verschwenkbaren Halteeinrichtung angeordnet ist;
- FIG 4 eine schematische Perspektivansicht einer weiteren Ausführungsform des Systems zur Ultraschallprüfung eines Prüfobjekts, wobei eine Mehrzahl von optischen Markierungen an einem Prüfkopf angebracht ist und eine oberhalb des Prüfkopfs angeordnete Bilderfassungseinrichtung vorgesehen ist; und in

FIG 5 eine schematische Perspektivansicht einer weiteren Ausführungsform des Systems zur Ultraschallprüfung eines Prüfobjekts, wobei eine Bilderfassungseinrichtung am Prüfkopf angebracht ist, mittels welcher eine Mehrzahl von an der Prüfobjektoberfläche angebrachte optische Markierungen erfassbar sind.

In den Figuren werden gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

10

Ein insgesamt mit 10 bezeichnetes System zur Ultraschallprüfung eines Prüfobjekts 12 ist in einer schematischen Perspektivansicht in FIG 1 gezeigt. Das System 10 umfasst einen entlang einer Prüfobjektoberfläche 14 bewegbaren Prüfkopf 16, mittels welchem Ultraschallimpulse in das Prüfobjekt 12 aus-
15 sendbar und jeweilige mit den ausgesendeten Ultraschallimpulsen korrespondierende Echosignale empfangbar sind. Das System 10 umfasst des Weiteren eine hier nicht dargestellte Datenverarbeitungseinrichtung 18, mittels welcher eine hier ebenfalls nicht dargestellte Abbildung 20 eines Prüfbereichs des
20 Prüfobjekts 12 basierend auf einer Überlagerung und Mittlung von Amplitudenwerten der empfangenen Echosignale erstellbar ist. Mit anderen Worten ist das System 10 zur Ultraschallprüfung des Prüfobjekts 12 dazu ausgelegt, eine sogenannte SAFT-
25 Analyse (Syntetic Aperture Focusing Technique) im Rahmen der Ultraschallprüfung des Prüfobjekts 12 durchzuführen.

Das System 10 umfasst des Weiteren eine hier nicht näher bezeichnete Erfassungseinrichtung, mittels welcher jeweilige
30 Positionen des Prüfkopfes 16 bei Aussenden der Ultraschallsignale und bei Empfangen der korrespondierenden Echosignale erfassbar sind. Mittels der Datenverarbeitungseinrichtung 18 ist die Abbildung 20 des Prüfobjekts 12 in Abhängigkeit von den jeweils erfassten Positionen und Orientierungen des Prüfkopfes 16 erstellbar.
35

Im vorliegend in FIG 1 dargestellten Fall umfasst die Erfassungseinrichtung zwei optische Bewegungssensoren 22, 24, wel-

che voneinander beabstandet an jeweiligen Seiten des Prüfkopfes 16 angebracht sind. Bei den Bewegungssensoren 22, 24 handelt es sich vorliegend um 2D-Bewegungssensoren, welche beispielsweise nach dem Optical-Flow-Messprinzip, welches beispielsweise von Computermäusen bekannt ist, arbeiten. Dabei werden lokal variierende optische Eigenschaften der Prüfobjektoberfläche 14 zur Bewegungsdetektion herangezogen. Mit Hilfe der beiden optischen Bewegungssensoren 22, 24 kann die jeweils relative Position zu einem Referenzpunkt, beispielsweise zu einem Startpunkt des Prüfkopfes 16 zu Beginn der Ultraschallprüfung, erfasst werden. Durch die Verwendung der beiden optischen Bewegungssensoren 22, 24 können neben der zweidimensionalen Positionserfassung des Prüfkopfes 16 während der Ultraschallprüfung auch als zusätzlicher Freiheitsgrad die Orientierung des Prüfkopfes in Form einer jeweiligen Drehbewegung um die Normale zur Prüfobjektoberfläche 14 erfasst werden.

Nachfolgend wird ein Verfahren zur Ultraschallprüfung des Prüfobjekts 12 erläutert. Der Prüfkopf 16 wird manuell, also von Hand, entlang der Prüfobjektoberfläche 14 bewegt, wobei Ultraschallimpulse in das Prüfobjekt 12 ausgesendet werden. Jeweilige mit den ausgesendeten Ultraschallimpulsen korrespondierende Echosignale werden dabei mittels des Prüfkopfes 16 empfangen. Während der Bewegung des Prüfkopfes 16 entlang der Prüfobjektoberfläche 14 werden unter Zuhilfenahme der optischen Bewegungssensoren 22, 24 die jeweilige Position und Orientierung des Prüfkopfes bei Aussenden der jeweiligen Ultraschallsignale und bei Empfangen der korrespondierenden Echosignale erfasst.

Basierend auf einer Überlagerung und Mittelung von Amplitudenwerten der empfangenen Echosignale wird mittels der Datenverarbeitungseinrichtung 18 eine Abbildung 20 eines zu überprüfenden Bereichs des Prüfobjekts erstellt. Dabei wird je nachdem, welcher Teil des Prüfobjekts 12 mittels der Ultraschallprüfung untersucht worden ist, nur ein Teilbereich oder von dem gesamten Prüfobjekt 12 eine Abbildung 20 erstellt.

Die jeweils erfassten Positionen und Orientierungen des Prüfkopfes 16 werden beim Erzeugen der Abbildung 20 des Prüfobjekts 12 berücksichtigt. Es wird aus den gemessenen Positionen und Orientierungen und dem jeweiligen Zeitbezug die momentane Position und Orientierung des Prüfkopfes 16 zum Zeitpunkt jedes Ultraschallimpulses berechnet und bei der sogenannten SAFT-Analyse zur Bestimmung des Abstandes zwischen rekonstruiertem jeweiligem Voxel und Messposition benutzt. Dabei wird anhand der erfassten Position und Orientierung des Prüfkopfes 16 die Mittenposition der aktiven Apertur des Prüfkopfes beim Aussenden der Ultraschallsignale ermittelt und beim Erzeugen der Abbildung des Prüfbereichs des Prüfobjekts 12 berücksichtigt. Unter der aktiven Apertur ist dabei der Teil des Prüfkopfes 16 zu verstehen, welcher als wirksame Sende- bzw. Empfangsfläche dient. Ein räumlicher Versatz zwischen der jeweiligen Positionsmessung und der Position des Prüfkopfes 16 wird mit Hilfe der erfassten Information über die Prüfkopforientierung herausgerechnet

Die Abbildung 20 des Prüfobjekts 12 wird dabei bereits während des Bewegens des Prüfkopfes 16 entlang der Prüfobjektoberfläche 14 erstellt. Somit werden bereits frühzeitig entsprechende Fehlstellen, Defekte und dergleichen innerhalb des Prüfobjekts 12 erkannt und mittels der erstellten Abbildung 20, beispielsweise auf einem hier nicht dargestellten Monitor 26 visualisiert.

Die während der Ultraschallprüfung erfassten Daten über jeweilige Positionen und diesen jeweils zugeordnete Zeitpunkte werden gespeichert, so dass diese Informationen bzw. Daten für eine spätere Auswertung zur Verfügung stehen, beispielsweise als Nachweis dafür, dass kein relevanter Prüfort an dem Prüfobjekt 12 bei der Ultraschallprüfung ausgelassen wurde oder auch zur Visualisierung mittels eines späteren 3D-Modells des Prüfobjekts 12.

Die Ultraschallprüfung kann entgegen der hier gezeigten Darstellung auch mit mehreren weiteren Prüfköpfen durchgeführt

werden, was sich insbesondere dann anbietet, wenn der Prüfobjekt 12 bzw. das zu untersuchende Gebiet des Prüfobjekts 12 besonders groß sein sollte. Der Prüfkopf 16 bzw. die weiteren Prüfköpfe können dabei als Senkrechtprüfkopf, Winkelprüfkopf
5 oder als Phased-Array-Prüfkopf ausgebildet sein.

In FIG 2 ist in einer Perspektivansicht eine alternative Ausführungsform des Systems 10 gezeigt. Vorliegend umfasst die hier nicht näher bezeichnete Erfassungseinrichtung drei Ultraschallsender 28, welche an dem im vorliegenden Fall T-förmig ausgebildeten Prüfkopf 16 angeordnet sind, wobei ge-
10 nauer gesagt ein T-förmiges Teil an dem Prüfkopf 16 angebracht ist, an welchem die Ultraschallsender 28 angeordnet sind. Des Weiteren ist ein vom Prüfkopf 16 entfernt angeord-
15 neter Ultraschallempfänger 30 vorgesehen, mittels welchem die Position und Orientierung des Prüfkopfes 16 anhand der von den Ultraschallsendern 28 ausgesendeten Ultraschallimpulse ermittelbar ist. Die Erfassung der Position und Orientierung erfolgt mit anderen Worten also mittels eines sogenannten
20 akustischen Trackings. Anhand von Laufzeitmessungen können die Abstände zwischen den Ultraschallsendern 28 und dem Ultraschallempfänger 30 bestimmt und durch eine Triangulation in eine dreidimensionale Position und Orientierung im Raum umgerechnet werden, wodurch auf zuverlässige Weise die jeweiligen
25 Positionierungen und Orientierungen des Prüfkopfs 16 während dessen Bewegung entlang der Prüfobjektoberfläche 14 bestimmt werden können.

Eine weitere alternative Ausführungsform des Systems 10 zur
30 Ultraschallprüfung des Prüfobjekts 12 ist in einer Perspektivansicht in FIG 3 gezeigt. Im vorliegend gezeigten Fall umfasst die Erfassungseinrichtung eine verschwenkbare Halteeinrichtung 32, welche als eine Art Schwenkarm ausgebildet ist. An der Halteeinrichtung 32 ist an dessen Ende der Prüfkopf 16
35 drehbar abgebracht, wobei die Halteeinrichtung 32 eine Mehrzahl von hier nicht näher bezeichneten Weg- und Drehgebern umfasst, mittels welchen die Position und Orientierung des Prüfkopfes 16 ermittelbar ist. Der Prüfkopf 16 kann dabei

entsprechend der vorhandenen Freiheitsgrade der Halteeinrichtung 32 entlang der Prüfobjektoberfläche 14 bewegt werden, wobei mittels der Weg- und Drehgeber jeweils die Positionierung und Orientierung des Prüfkopfes 16 auf zuverlässige Weise erfassbar ist.

In FIG 4 ist in einer schematischen Perspektivansicht eine weitere Ausführungsform des Systems 10 zur Ultraschallprüfung des Prüfobjekts 12 gezeigt. Die Erfassungseinrichtung umfasst im vorliegenden Fall eine Bilderfassungseinrichtung 34, mittels welcher eine Mehrzahl von am Prüfkopf 16 angebrachten optischen Markierungen 36 erfassbar und basierend darauf die Position und Orientierung des Prüfkopfes 16 ermittelbar sind. Die Positionsmessung erfolgt also mittels eines externen optischen Trackings. Der bewegliche Prüfkopf 16 weist optische Marker auf, die in Form der optischen Markierungen 36 erfassbar sind. Die optischen Markierungen 36 können beispielsweise aktiv, also Licht emittierend, oder passiv, das Umgebungslicht oder eine Hilfsbeleuchtung reflektierend, ausgebildet sein. Die Bilderfassungseinrichtung 34 kann beispielsweise als Stereo-Kamerasystem ausgebildet sein, mittels welcher die optischen Markierungen 36 detektiert und basierend darauf kontinuierlich deren dreidimensionale Positionierung und Orientierung im Raum relativ zu einem Bezugskordinatensystem ermittelt werden.

Schließlich ist in FIG 5 eine weitere alternative Ausführungsform des Systems 10 zur Ultraschallprüfung des Prüfobjekts 12 gezeigt. Die Erfassungseinrichtung umfasst im vorliegenden Fall eine am Prüfkopf 16 angebrachte Bilderfassungseinrichtung 38, mittels welcher eine Mehrzahl von an der Prüfobjektoberfläche 14 angebrachte optische Markierungen 40 erfassbar und basierend darauf die Position und Orientierung des Prüfkopfes 16 ermittelbar ist. Die Positionsmessung bzw. Orientierungsmessung des Prüfkopfes 16 erfolgt im vorliegenden gezeigten Fall mittels eines internen optischen Trackings.

Die Erfassungseinrichtung umfasst eine unbeweglich gelagerte Projektionseinrichtung 42, welche geeignete Muster in Form der optischen Markierungen 40 auf die Prüfobjektoberfläche 14 projiziert. Der bewegliche Prüfkopf 16 weist eine optische Trackingeinrichtung in Form der Bilderfassungseinrichtung 18 auf, welche z. B. als Stereo-Kamerasystem ausgebildet sein kann, mittels welcher kontinuierlich die Position des Prüfkopfes 16 relativ zu dem projizierten Muster ermittelt werden kann. Mittels der Projektionseinrichtung 42 können die optischen Markierungen 40 auf die Prüfobjektoberfläche 14 mit einem vorgebbaren Muster projiziert werden. Das Muster kann beispielsweise ein Punkt-, Streifen- oder Schachbrettmuster sein. Das Muster wird dabei lokal über der Prüfobjektoberfläche 14 variiert, indem eine Kodierung mittels der Punktform, der Anordnung der Punkte oder der Wellenlänge vorgegeben wird. Dadurch kann auf besonders einfache und zuverlässige Weise die Positionierung und Orientierung des Prüfkopfes 16 ermittelt werden.

Mittels der unterschiedlichen Ausführungsformen des Systems 10 und dem erläuterten Verfahren zur Ultraschallüberprüfung eines Prüfobjekts kann das an und für sich bekannte SAFT-Verfahren auch bei einer manuellen Führung eines Prüfkopfes auf zuverlässige Weise angewendet werden, indem wie in der erläuterten Weise eine Positions- und Orientierungserfassung des Prüfkopfes 16 während der Ultraschallprüfung des Prüfobjekts 12 durchgeführt und bei der Erstellung einer Abbildung eines zu überprüfenden Bereichs des Prüfobjekts 12 berücksichtigt wird.

30

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ultraschallprüfung eines Prüfobjekts (12), mit den Schritten:

- 5 - Bewegen eines Prüfkopfes (16) entlang einer Prüfobjektsoberfläche (14) und Aussenden von Ultraschallimpulsen in das Prüfobjekt (12) mittels des Prüfkopfes (16);
- 10 - Empfangen jeweiliger mit den ausgesendeten Ultraschallimpulsen korrespondierender Echosignale mittels des Prüfkopfes (16);
- 15 - Erstellen einer Abbildung (20) eines vorgegebenen Prüfbereichs des Prüfobjekts (12) basierend auf einer Überlagerung und Mittelung von Amplitudenwerten der empfangenen Echosignale mittels einer Datenverarbeitungseinrichtung (18);

gekennzeichnet durch die Schritte:

- 20 - Erfassen der jeweiligen Position des Prüfkopfes (16) bei Aussenden der Ultraschallsignale und/oder bei Empfangen der korrespondierenden Echosignale mittels einer Erfassungseinrichtung;
- 25 - Berücksichtigen der jeweils erfassten Positionen des Prüfkopfes (16) beim Erzeugen der Abbildung (20) des Prüfbereichs des Prüfobjekts (12).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Prüfkopf (16) manuell entlang der Prüfobjektsoberfläche (14) bewegt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Prüfkopf (16) auf der Prüfobjektsoberfläche (14) frei geführt wird.

4. Verfahren nach Anspruch einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

bei Aussenden der Ultraschallsignale und/oder bei Empfangen der korrespondierenden Echosignale eine Orientierung des Prüfkopfes (16) mittels der Erfassungseinrichtung erfasst und beim Erzeugen der Abbildung (20) des Prüfbereichs des Prüfobjekts (12) berücksichtigt wird.

- 5
10
15
20
25
30
35
5. Verfahren nach Anspruch einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass anhand der erfassten Position und Orientierung des Prüfkopfes (16) die Mittenposition der aktiven Apertur des Prüfkopfes (16) beim Aussenden der Ultraschallsignale ermittelt und beim Erzeugen der Abbildung (20) des Prüfbereichs des Prüfobjekts (12) berücksichtigt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abbildung (20) des Prüfbereichs des Prüfobjekts (12) während des Bewegens des Prüfkopfes (16) entlang der Prüfobjektoberfläche (14) erstellt wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Daten über die erfassten Positionen und/oder Orientierungen und diesen jeweils zugeordnete Zeitpunkte gespeichert werden.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ultraschallprüfung mit mehreren Prüfköpfen (16) durchgeführt wird.
9. System (10) zur Ultraschallprüfung eines Prüfobjekts (12), mit:
 - einem entlang einer Prüfobjektoberfläche (14) bewegbaren Prüfkopf (16), mittels welchem Ultraschallimpulse in das Prüfobjekt (16) aussendbar und jeweilige mit

den ausgesendeten Ultraschallimpulsen korrespondierende Echosignale empfangbar sind;

- einer Datenverarbeitungseinrichtung (18), mittels welcher eine Abbildung (20) eines vorgebbaren Prüfbereichs des Prüfobjekts (12) basierend auf einer Überlagerung und Mittelung von Amplitudenwerten der empfangenen Echosignale erstellbar ist;

dadurch gekennzeichnet, dass:

- das System (10) eine Erfassungseinrichtung umfasst, mittels welcher jeweilige Positionen des Prüfkopfes (16) bei Aussenden der Ultraschallsignale und/oder bei Empfangen der korrespondierenden Echosignale erfassbar sind;
- mittels der Datenverarbeitungseinrichtung (18) die Abbildung (20) des Prüfbereichs des Prüfobjekts (12) unter Berücksichtigung der jeweils erfassten Positionen des Prüfkopfes (16) erstellbar ist.

10. System (10) nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Erfassungseinrichtung einen optischen Bewegungssensor (22) umfasst, welcher an dem Prüfkopf (16) angebracht ist und mittels welchem die jeweils relative Position zu einem Referenzpunkt erfassbar ist.

11. System (10) nach Anspruch 10,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Erfassungseinrichtung einen weiteren optischen Bewegungssensor (24) umfasst, welcher mit einem vorgegebenen Abstand entfernt von dem anderen optischen Bewegungssensor (22) an dem Prüfkopf (16) angebracht ist und mittels welchem die jeweils relative Position zu dem Referenzpunkt erfassbar ist.

12. System (10) nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Erfassungseinrichtung eine Mehrzahl von an dem Prüfkopf (16) angebrachten Ultraschallsendern (28) und

5 zumindest einen vom Prüfkopf (16) entfernt angeordneten
Ultraschallempfänger (30) umfasst, mittels welchem die
Position und Orientierung des Prüfkopfes (16) anhand der
von den Ultraschallsendern (28) ausgesendeten Ultra-
schallimpulse ermittelbar ist.

10 13. System (10) nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Ultraschallsender (28) und der Ultraschallempfänger
vertauscht eingesetzt werden.

15 14. System (10) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Erfassungseinrichtung eine verschwenkbare Halteein-
richtung (32) umfasst, an welchem der Prüfkopf (16) dreh-
beweglich angebracht ist, wobei die Halteeinrichtung (32)
einen Weg- und Drehgeber umfasst, mittels welchen die Po-
sition und Orientierung des Prüfkopfes (16) ermittelbar
ist.

20 15. System (10) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Erfassungseinrichtung eine Bilderfassungseinrichtung
(34) umfasst, mittels welcher eine Mehrzahl von am
25 Prüfkopf (16) angebrachten optische Markierungen (36) er-
fassbar und basierend darauf die Position und Orientie-
rung des Prüfkopfes (16) ermittelbar ist.

30 16. System (10) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Erfassungseinrichtung eine am Prüfkopf (16) ange-
brachte Bilderfassungseinrichtung (38) umfasst, mittels
welcher eine Mehrzahl von an der Prüfobjektoberfläche
(14) angebrachte optische Markierungen (40) erfassbar und
35 basierend darauf die Position und Orientierung des Prüf-
kopfes (16) ermittelbar ist.

17. System (10) nach Anspruch 16,

dadurch gekennzeichnet, dass
die Erfassungseinrichtung eine Projektionseinrichtung
(42) umfasst, mittels welcher die optischen Markierungen
(40) auf die Prüfobjektoberfläche 14 mit einem
5 vorgegebenen Muster projizierbar sind.

18. System (10) nach einem der Ansprüche 9 bis 16,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Prüfkopf (16) als Senkrechtprüfkopf, Winkelprüfkopf
10 oder als Phased-Array-Prüfkopf ausgebildet ist.

FIG 1

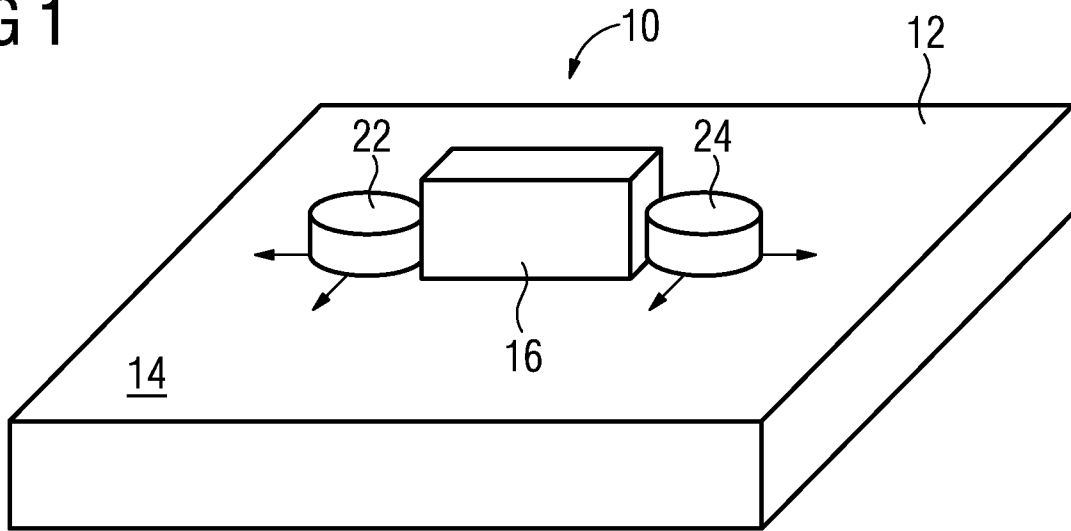


FIG 2

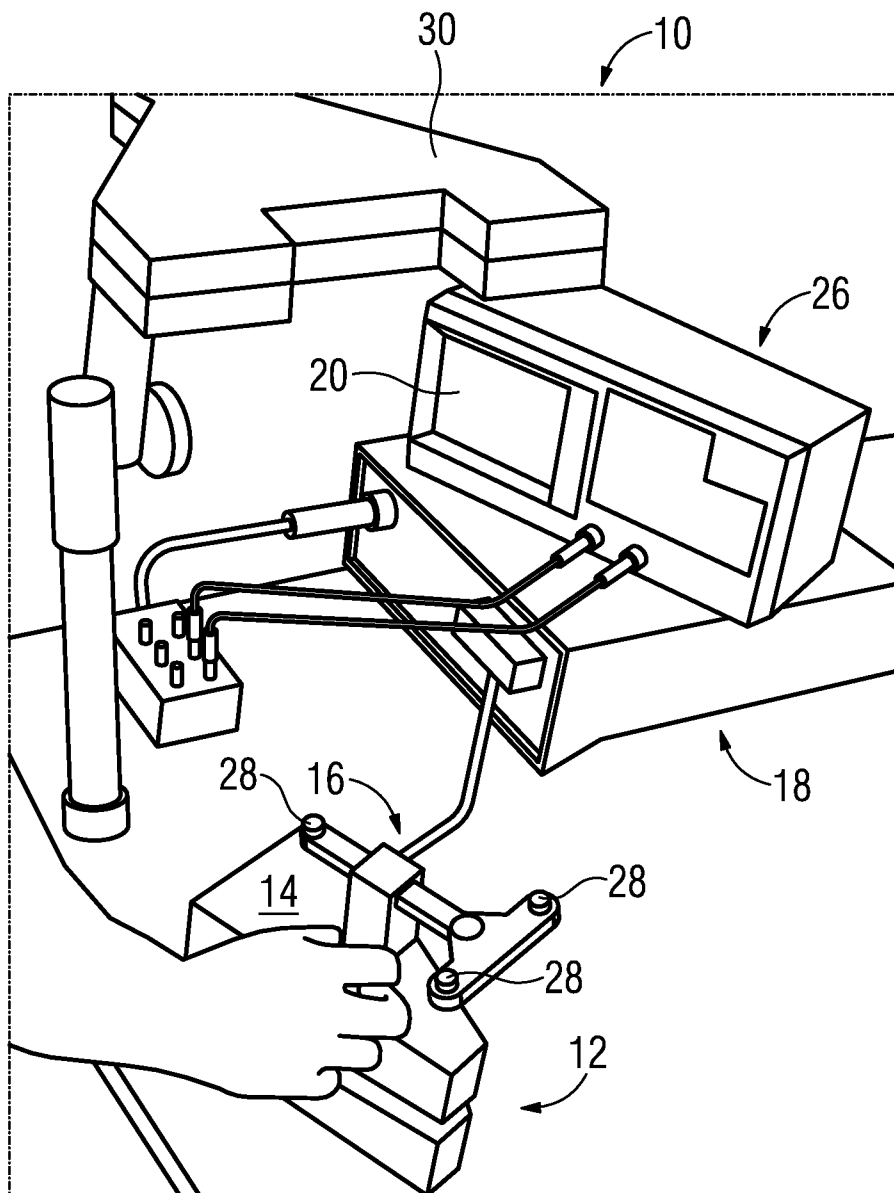


FIG 3

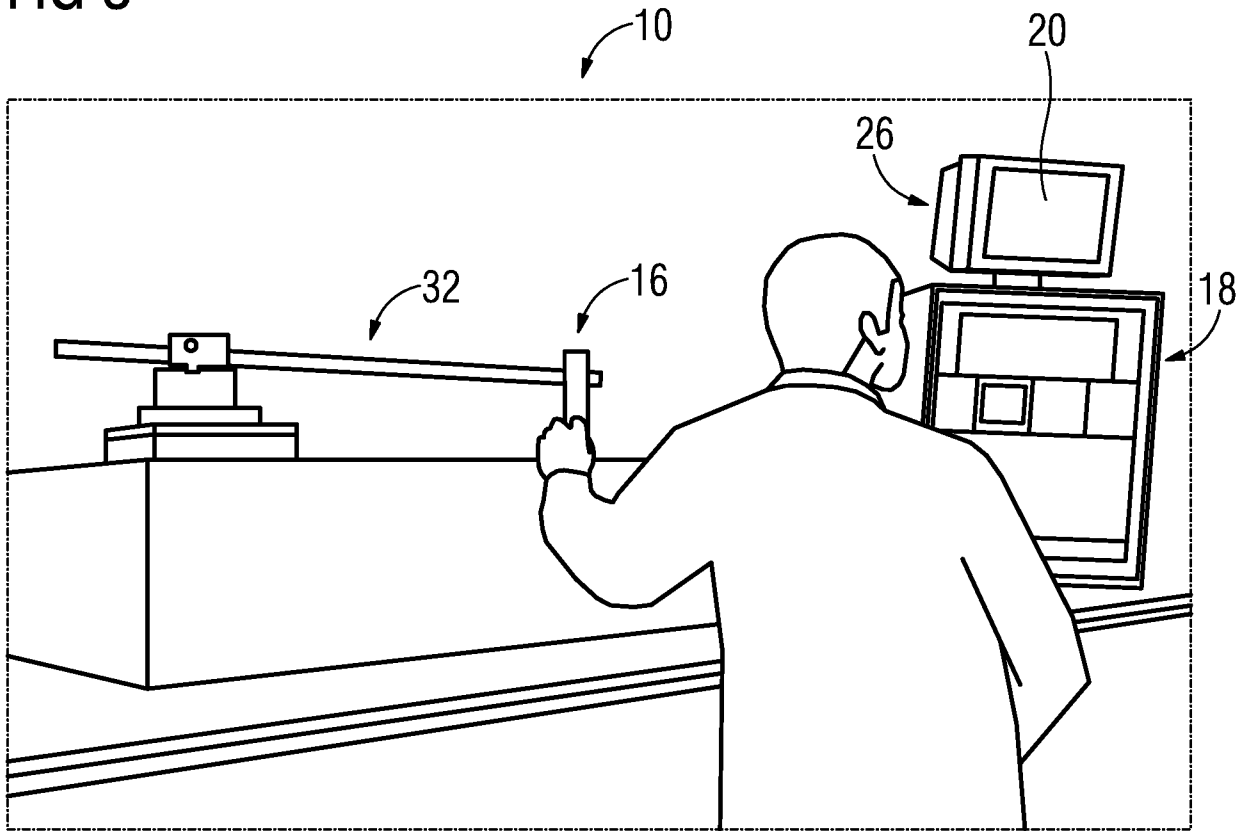


FIG 4

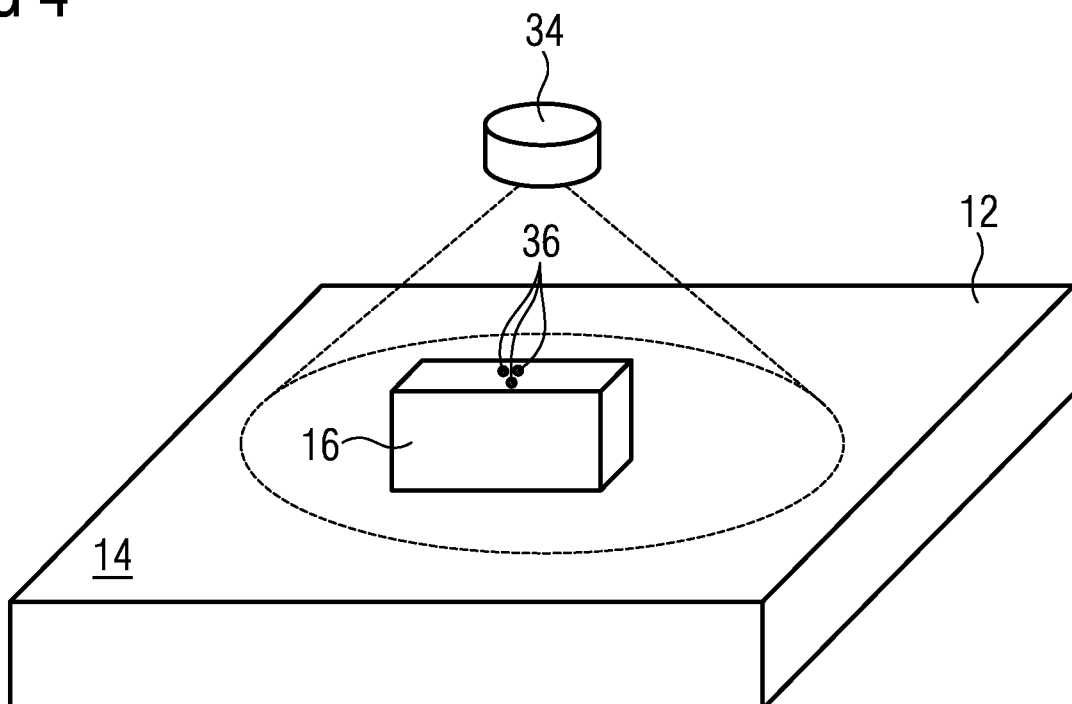
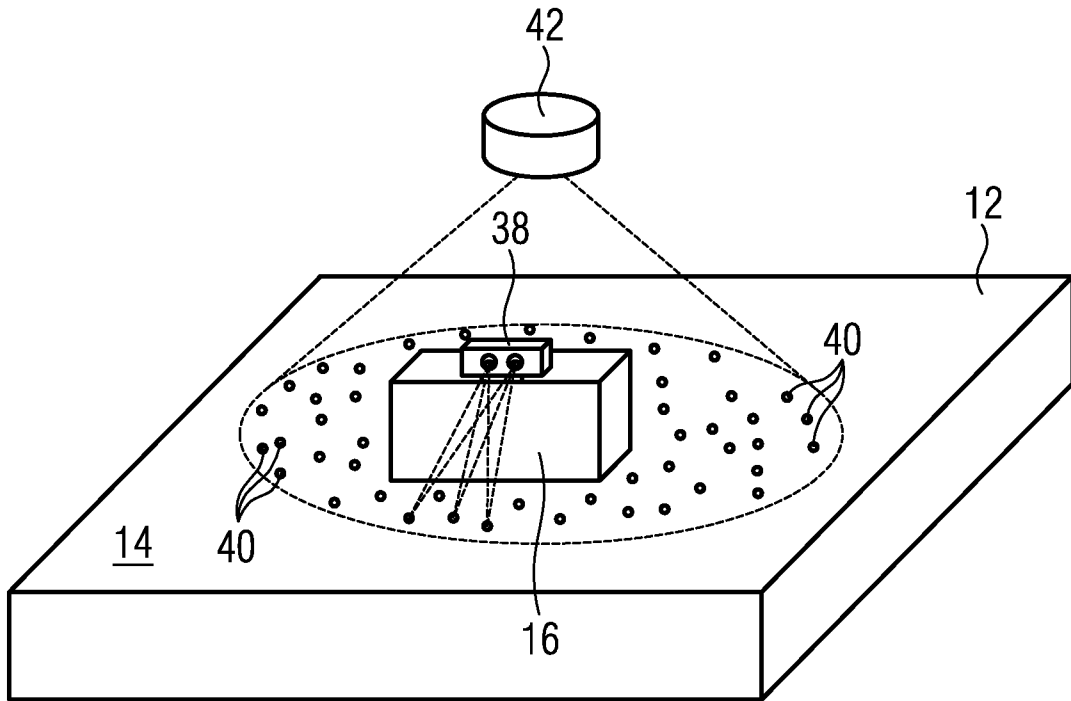


FIG 5



Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

See continuation sheet

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
1-4, 6-9, 18

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/050478

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. G01N29/06 G01N29/11 G01N29/22 G01N29/265
 ADD.
 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

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 296 461 A2 (BETR FORSCH INST ANGEW FORSCH [DE]) 28 December 1988 (1988-12-28) abstract; figures 3-7 paragraphs [0027] - [0050] -----	1-4,6-9, 18
X	WO 2008/138684 A1 (SIEMENS AG [DE]; BAM BUNDESANSTALT MATFORSCHUNG [DE]; BOEHM RAINER [DE]) 20 November 2008 (2008-11-20) abstract; figures 1-5 page 10, line 24 - page 20, line 2 -----	1,9
X	DE 10 2010 040856 A1 (SIEMENS AG [DE]) 22 March 2012 (2012-03-22) abstract; figure 1 paragraphs [0009] - [0058] -----	1,9

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search <p align="center">4 April 2014</p>	Date of mailing of the international search report <p align="center">16/06/2014</p>
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer <p align="center">Uttenthaler, Erich</p>
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/050478

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0296461	A2	28-12-1988	AT 122463 T 15-05-1995
			DE 3720219 A1 29-12-1988
			EP 0296461 A2 28-12-1988
			JP S6488151 A 03-04-1989

WO 2008138684	A1	20-11-2008	CN 101711358 A 19-05-2010
			EP 2147300 A1 27-01-2010
			EP 2469276 A1 27-06-2012
			JP 5094963 B2 12-12-2012
			JP 2010527015 A 05-08-2010
			KR 20100021463 A 24-02-2010
			US 2012055252 A1 08-03-2012
			WO 2008138684 A1 20-11-2008

DE 102010040856	A1	22-03-2012	CN 103097884 A 08-05-2013
			DE 102010040856 A1 22-03-2012
			EP 2603791 A1 19-06-2013
			KR 20130138237 A 18-12-2013
			US 2013167645 A1 04-07-2013
			WO 2012034882 A1 22-03-2012

EP2014/050478 - ISR

The International Searching Authority has found that this international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims: 1-4, 6-9, 18

No special technical features.

Problem: Allowing improved ultrasonic testing of a test object with the aid of SAFT analysis.

2. Claim: 5

Determining the central position of the active aperture and taking same into account for image generation.

Problem: Achieving particularly accurate ultrasonic testing and generating an image of the test region of the test object.

3. Claims: 10, 11, 15-17

Detecting the test head position by means of an optical detection system.

Problem: Determining the position and orientation of the test head in a simple and reliable manner

4. Claims: 12, 13

Detecting the test head position by means of an ultrasonic detection system comprising a plurality of ultrasonic emitters arranged on the test head, and a remote ultrasonic receiver.

Problem: Determining three-dimensional position information and the corresponding orientation of the test head along the three space axes.

5. Claim: 14

Detection system with a pivoting holding device on which the test head is rotatably mounted, the holding device comprising a position and angular-motion transducer by means of which the position and orientation of the test head can be determined.

Problem: Moving the test head according to the existing degrees of freedom of a mechanism, and detecting the position and orientation of the test head.

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.

3. Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:
1-4, 6-9, 18

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2014/050478

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01N29/06 G01N29/11 G01N29/22 G01N29/265
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	EP 0 296 461 A2 (BETR FORSCH INST ANGEW FORSCH [DE]) 28. Dezember 1988 (1988-12-28) Zusammenfassung; Abbildungen 3-7 Absätze [0027] - [0050] -----	1-4,6-9, 18
X	WO 2008/138684 A1 (SIEMENS AG [DE]; BAM BUNDESANSTALT MATFORSCHUNG [DE]; BOEHM RAINER [DE]) 20. November 2008 (2008-11-20) Zusammenfassung; Abbildungen 1-5 Seite 10, Zeile 24 - Seite 20, Zeile 2 -----	1,9
X	DE 10 2010 040856 A1 (SIEMENS AG [DE]) 22. März 2012 (2012-03-22) Zusammenfassung; Abbildung 1 Absätze [0009] - [0058] -----	1,9

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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
4. April 2014	16/06/2014

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 Uttenthaler, Erich
--	---

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/050478

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0296461	A2	28-12-1988	AT 122463 T 15-05-1995
			DE 3720219 A1 29-12-1988
			EP 0296461 A2 28-12-1988
			JP S6488151 A 03-04-1989

WO 2008138684	A1	20-11-2008	CN 101711358 A 19-05-2010
			EP 2147300 A1 27-01-2010
			EP 2469276 A1 27-06-2012
			JP 5094963 B2 12-12-2012
			JP 2010527015 A 05-08-2010
			KR 20100021463 A 24-02-2010
			US 2012055252 A1 08-03-2012
			WO 2008138684 A1 20-11-2008

DE 102010040856	A1	22-03-2012	CN 103097884 A 08-05-2013
			DE 102010040856 A1 22-03-2012
			EP 2603791 A1 19-06-2013
			KR 20130138237 A 18-12-2013
			US 2013167645 A1 04-07-2013
			WO 2012034882 A1 22-03-2012

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-4, 6-9, 18

keine speziellen technischen Merkmale;
Problem: Ermöglichung einer verbesserten Ultraschallprüfung eines Prüfobjekts unter Zuhilfenahme der SAFT-Analyse.

2. Anspruch: 5

Ermittlung der Mittenposition der aktiven Apertur und Berücksichtigung derselben beim Erzeugen der Abbildung.
Problem: Erzielung einer besonders exakten Ultraschallprüfung und Erzeugung einer Abbildung des Prüfbereiches des Prüfobjekts.

3. Ansprüche: 10, 11, 15-17

Erfassung der Prüfkopfposition mit einer optischen Erfassungseinrichtung.
Problem: Einfache und zuverlässige Ermittlung der Positionierung und Orientierung des Prüfkopfes.

4. Ansprüche: 12, 13

Erfassung der Prüfkopfposition mit einer Ultraschallerfassungseinrichtung umfassend eine Mehrzahl von an dem Prüfkopf angebrachten Ultraschallsendern und einem entfernt angeordneten Ultraschallempfänger.
Problem: Ermittlung dreidimensionaler Positionsinformationen und jeweilige Orientierungen des Prüfkopfes um die drei Raumachsen.

5. Anspruch: 14

Erfassungseinrichtung mit einer verschwenkbaren Halteeinrichtung, an welcher der Prüfkopf drehbeweglich angebracht ist, wobei die Halteeinrichtung einen Weg- und Drehgeber umfasst, mittels welchen die Position und Orientierung des Prüfkopfes ermittelbar ist.
Problem: Bewegung des Prüfkopfes entsprechend der vorhandenen Freiheitsgrade eines Mechanismus sowie Erfassung der Positionierung und Orientierungen des Prüfkopfes.
