FÖD Wirtschaft, K.M.B., Mittelstand
und Energie
Amt für Geistiges Eigentum

(11) 1027960 B1

(47) Erteilungsdatum : 05/08/2021

(12) BELGISCHES ERFINDUNGSPATENT

(47) Veröffentlichungsdatum : 05/08/2021

(21) Antragsnummer : BE2020/5002

(22) Anmeldetag : 06/01/2020

(62) Teilantrag des früheren Antrags :

(62) Anmeldetag des früheren Antrags :

(51) Internationale Klassifikation : G01N 29/04, G01N 29/06, G01N 29/24, G01N 29/26

(30) Prioritätsangaben :

(73) Inhaber :

ROSEN Swiss AG
AG
6370, STANS
Schweiz

(72) Erfinder :

FALTER Stephan
52152 SIMMERATH
Deutschland

(54) Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung

(57)Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung Sender-Empfänger-Prüfkopfsystem, SE-Prüfkopfsystem, für eine Vorrichtung zur Werkstoffprüfung, aufweisend einen Senderkörper mit einer Ultraschallaustrittsfläche, ausgestaltet zum Abstrahlen von Ultraschall auf ein Blech, und einen Empfängerkörper mit einer Ultraschalleintrittsfläche, ausgestaltet zum Empfangen von Ultraschall, der an dem Blech reflektiert wird, und wobei der Senderkörper und der Empfängerkörper jeweils in mehrere Teilkörper aufgeteilt sind. Auch betrifft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung mit dem System. Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Prüfung von Blechen, aufweisend folgende Verfahrensschritte: Abstrahlen von Ultraschall (100), über mehrere Teilkörper-Ultraschallaustrittsflächen eines Senderkörpers, auf ein Blech; und Empfangen von an dem Blech reflektiertem Ultraschall (200), über mehrere Teilkörper-Ultraschalleintrittsflächen eines Empfängerkörpers. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Computerprogramm, ein computerlesbares Medium sowie ein Datensignal.

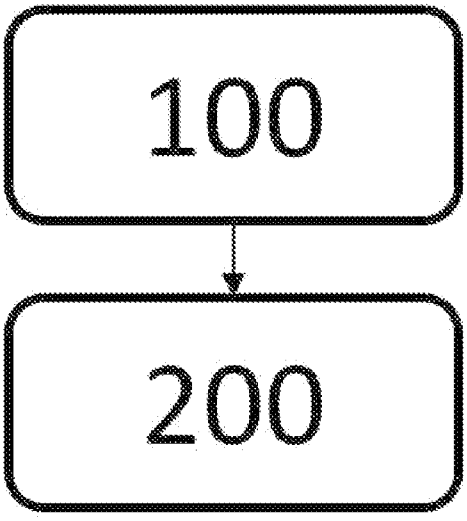


Fig. 3

Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Sender-Empfänger-Prüfkopfsystem (SE-Prüfkopfsystem) für eine Vorrichtung zur zerstörungsfreien Werkstoffprüfung.

Auch betrifft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung zur zerstörungsfreien Werkstoffprüfung.

Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur zerstörungsfreien Werkstoffprüfung.

Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung ein Computerprogramm entsprechend dem vorgenannten Verfahren, ein Datenträgersignal zur Übertragung des vorgenannten Computerprogramms und ein computerlesbares Medium, welches einen Computer veranlasst, das vorgenannte Verfahren durchzuführen.

Hintergrund der Erfindung

Bislang bekannt sind SE-Prüfköpfe zur Blechprüfung. Hierbei wird eine Blechprüfung mittels Ultraschall vorgenommen. Die Prüfung mittels Ultraschall ist ein akustisches Verfahren zum Auffinden von Materialfehlern mittels Ultraschall und gehört zu den zerstörungsfreien Prüfmethoden.

Beschreibung der Erfindung

Ausgehend von dieser Situation ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Lösung zur zerstörungsfreien Werkstoffprüfung zur Verfügung zu stellen.

Insbesondere soll eine höhere Prüfempfindlichkeit erreicht werden, wobei gleichzeitig ein sehr guter Prüfbereich in Tiefenrichtung erreicht werden soll.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale der unabhängigen Hauptansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben. Sofern technisch möglich, können die Lehren der Unteransprüche beliebig mit den Lehren der Haupt- und Unteransprüche kombiniert werden.

Demnach wird die Aufgabe gelöst durch ein Sender-Empfänger-Prüfkopfsystem (SE-Prüfkopfsystem). Das System ist für eine Vorrichtung zur zerstörungsfreien Werkstoffprüfung, insbesondere zur Prüfung von Blechen, vorgesehen. Das System weist auf: einen Senderkörper mit einer Ultraschallaustrittsfläche, ausgestaltet zum Abstrahlen von Ultraschall auf ein Blech, und einen Empfängerkörper mit einer Ultraschalleintrittsfläche, ausgestaltet zum Empfangen von Ultraschall, der an dem Blech reflektiert wird, und wobei der Senderkörper und der Empfängerkörper jeweils in mehrere Teilkörper aufgeteilt sind.

Das System kann mehrere Prüfköpfe umfassen oder einteilig aus einem Prüfkopf gebildet sein. Beispielsweise können im Fall von mehreren Prüfköpfen zwei Winkelprüfköpfe verwendet werden, welche gemeinsam das Sender-Empfänger-Prüfkopfsystem bilden.

Die Teilkörper des Senderkörpers strahlen jeweils Ultraschall ab. Die Teilkörper des Empfängerkörpers empfangen jeweils Ultraschall. Die Teilkörpers sind demnach funktional voneinander unabhängige Einheiten des Senderkörpers/des Empfängerkörpers, den sie gemeinsam bilden.

Die Erfindung betrifft zudem eine Vorrichtung zur zerstörungsfreien Werkstoffprüfung, insbesondere zur Prüfung von Blechen, welche zumindest ein SE-Prüfkopfsystem aufweist. Die Vorrichtung kann an das zu prüfende Werkstück angepasst werden. Beispielsweise sind Klemmvorrichtungen zum Festklemmen des Werkstücks denkbar. Auch ein Ablage- oder ein Beförderungssystem für das zu prüfende Werkstück kann Teil der Vorrichtung sein.

Die Erfindung betrifft zudem ein Verfahren zur zerstörungsfreien Werkstoffprüfung, insbesondere zur Prüfung von Blechen. Das Verfahren wird insbesondere mit einem SE-Prüfkopfsystem durchgeführt. Das Verfahren weist folgende Verfahrensschritte auf: Abstrahlen von Ultraschall, über mehrere Teilkörper-Ultraschallaustrittsflächen eines Senderkörpers, auf ein Blech; Empfangen von an dem Blech reflektiertem Ultraschall, über mehrere Teilkörper-Ultraschalleintrittsflächen eines Empfängerkörpers.

Bevorzugt weist das Verfahren Verfahrensschritte entsprechend Merkmalen eines SE-Prüfkopfs nach mindestens einer der nachfolgend beschriebenen modifizierten Ausführungsformen auf.

Es ist bevorzugt, dass die Reihenfolge von Verfahrensschritten, soweit nicht technisch in einer expliziten Reihenfolge erforderlich, variiert werden kann. Besonders bevorzugt ist jedoch die vorgenannte Reihenfolge der Verfahrensschritte.

Erfindungsgemäß ist außerdem ein Computerprogramm zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens oder einer der vorteilhaften Ausgestaltungen des Verfahrens angegeben.

Erfindungsgemäß ist außerdem ein computerlesbares Speichermedium zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens oder einer der vorteilhaften Ausgestaltungen des Verfahrens angegeben.

Erfindungsgemäß ist außerdem ein Signal erzeugt durch Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens oder einer der vorteilhaften Ausgestaltungen des Verfahrens angegeben.

Nachfolgend werden die Grundidee der Erfindung und einzelne Aspekte des beanspruchten Erfindungsgegenstandes erläutert und weiter nachfolgend bevorzugte modifizierte Ausführungsformen der Erfindung beschrieben. Erläuterungen, insbesondere zu Vorteilen und Definitionen von Merkmalen, sind dem Grunde nach beschreibende und bevorzugte, jedoch nicht limitierende Beispiele. Sofern eine Erläuterung limitierend ist, wird dies ausdrücklich erwähnt.

Grundidee der vorliegenden Erfindung ist es, sowohl den Senderkörper als auch den Empfängerkörper in mehreren Teilkörpern auszubilden. Es hat sich hierbei überraschenderweise herausgestellt, dass hierdurch eine Prüfempfindlichkeit erheblich erhöht werden kann. Der Senderkörper und der Empfängerkörper werden jeweils als Schwinger bezeichnet, wobei dann die einzelnen Teilkörper jeweils Teilschwinger sind.

Die Teilkörper-Aufteilung und somit das Zurverfügungstellen einer Vielzahl von aktiven Elementen sowohl auf Sender- als auch auf Empfängerseite bevorteilt, dass noch kleinere Fehlstellen in Materialien erkannt und lokalisiert werden können als bisher. Zudem sind die Messergebnisse besser reproduzierbar als bei bisher bekannten Verfahren.

Das SE-Prüfkopfsystem ermöglicht das Prüfen von Blechen als Teil von Werkstücken und Bauteilen zerstörungsfrei. Beispielsweise kann es sich bei den Bauteilen um Rohre oder Rumpfteile von Flugzeugen handeln. Das SE-Prüfkopfsystem ermöglicht beispielsweise das Prüfen von Blechen mit einer Nahauflösung in einem Bereich von 0,9 mm bis 15 mm. Es wird auch eine höhere Prüfempfindlichkeit entsprechend einem Kreisscheibenreflektor mit einem Durchmesser von 1 mm bis 2 mm erzielt.

Die Erfindung ist besonders geeignet für die Anwendung einer Gruppenstrahlertechnik. Bei der Gruppenstrahlertechnik werden die jeweiligen Teilkörper als Elemente des Senderkörpers einzeln angeregt, z. B. um jeweils Strahlbündel zu erzeugen. Die Teilkörper können unterschiedlich angeregt werden, insbesondere so angeregt werden, dass erzeugte Strahlbündel geschwenkt oder fokussiert werden.

Die Erfindung eignet sich zur Korrosionsprüfung in Tankböden und Rohren. Werkstücke/ Bleche können auf Ungänzen geprüft werden. Ungänzen verändern Absorption, Transmission, Reflexion oder andere physikalische Eigenschaften am zu prüfenden Werkstück. Ungänzen können z. B. Materialfehler wie Risse, Einschlüsse, Poren, Lunker, Dopplungen oder andere Diskontinuitäten im Gefüge sein. Auch kann es sich z. B. um einen Dopplungsfehler in der Tiefe handeln.

Die Teilkörper des Senderkörpers/des Empfängerkörpers können jeweils mit gleich großer Ultraschallaustritts-/Ultraschalleintrittfläche oder mit unterschiedlich großer

Ultraschallaustritts-/Ultraschalleintrittfläche ausgestaltet sein. Denkbar sind auch Mischlösungen, bei denen ein Teil der Teilkörper mit gleich großen Ultraschallaustritts-/Ultraschalleintrittflächen und ein Teil der Teilkörper mit unterschiedlich großen Ultraschallaustritts-/Ultraschalleintrittflächen je Senderkörper/Empfängerkörper ausgestaltet sind. Besonders bevorzugt ist, dass die Ultraschallaustritts-/Ultraschalleintrittflächen aller Teilkörper gleich groß ausgestaltet sind, was mit Vorteil eine Ansteuerung und Auswertung vereinfacht. Je nach gewünschtem Auflösungsvermögen können unterschiedlich große Ultraschallaustritts-/Ultraschalleintrittflächen vorteilhaft sein.

Das Prüfkopfsystem kann auch mehrere voneinander beabstandet angeordnete Teilkörper an seinem Senderkörper/Empfängerkörper aufweisen. Auch können Senderkörper/Empfängerkörper unterschiedlich groß ausgebildet sein.

Gemäß einer modifizierten Ausführungsform der Erfindung weist das SE-Prüfkopfsystem eine unterschiedliche Anzahl von Senderkörpern und Empfängerkörpern auf. Besonders bevorzugt ist die Anzahl der Empfängerkörper größer als die Anzahl der Senderkörper. Hiermit kann mit Vorteil ein Bereich vergrößert werden, innerhalb welches das System Fehler in dem zu prüfenden Werkstück detektiert.

Ein SE-Prüfkopfsystem ist ein solches System aus einem Senderkörper und einem davon getrennten Empfängerkörper, welche einen Winkel einschließend zueinander angeordnet sind. Der Winkel dient dazu, dass Sende- und Empangsstrahlkeulen einen überlappenden Bereich ausbilden. Die Ultraschallaustrittsfläche des Senderkörpers liegt demnach nicht in einer gemeinsamen Ebene wie die Ultraschalleintrittsfläche des Empfängerkörpers.

Insbesondere sind der Senderkörper und der Empfängerkörper derart angeordnet, dass sie einen stumpfen Winkel einschließen. Insbesondere sind die Ultraschallaustrittsfläche des Senderkörpers und die Ultraschalleintrittsfläche des Empfängerkörpers derart angeordnet, dass sie einen stumpfen Winkel einschließen. Dieser stumpfe Winkel wird auch als Dachwinkel bezeichnet. In anderen Worten, die beiden als Schwinger ausgebildeten Sender-/Empfängerkörper sind bezüglich der Normale oder Trennebene um den stumpfen Winkel (Dachwinkel) geneigt. Je nach dem realisierten Dachwinkel

werden geneigte Vorlaufstrecken der Länge unter den Schwinger geklebt, wodurch sich die maximale Empfindlichkeit in einem vorgegebenen Tiefenbereich ergibt.

Ein SE-Prüfkopfsystem umfasst neben den Schwingern Keile, auf denen die Schwinger befestigt sind. Die Keile sind Vorlaufstrecken, die z. B. aus schallleitenden Kunststoffen, wie Polymethylmethacrylat (abgekürzt: PMMA) oder Polystyrol (abgekürzt: PS), bestehen. Zwischen dem Schwinger und dem Keil kann eine akustische Anpassungsschicht sein. Die Dicke der Anpassungsschicht kann einer Viertelwellenlänge des Prüfkopfsystems entsprechen. Sie dient insbesondere zur Anpassung einer Impedanz und optimalen Schallübertragung zwischen Schwinger und Vorlauf auf der Sender- und Empfängerseite. Bei einem SE-Prüfkopfsystem kann man durch die Wahl des Dachwinkels, eines Abstands von Sender und Empfänger als auch eine Länge des Vorlaufkeils die Nahfeldauflösung in einem weiten Bereich variieren. Hierdurch wird eine Totzone des Prüfkopfsystems, d. h. nicht detektierbare Zone in dem Werkstück, beeinflusst. Bei großen Dachwinkeln wird der Ultraschall konstruktionsbedingt schräg und nicht senkrecht zur Oberfläche in das zu prüfende Werkstück eingeschallt. Mit einer Zunahme des Dachwinkels entsteht ein sogenannter „Umwegfehler“, der sich in einer Vergrößerung der Laufzeit und damit z. B. in einem Fehler bei der Wanddickenmessung niederschlägt. Dieser Fehler kann durch die Justierung des Ultraschallsystems oder rechnerisch bei digitalen Geräten kompensiert werden.

Bei dem erfindungsgemäßen SE-Prüfkopfsystem wird vor allem ermöglicht, dass eine Totzone erheblich vermindert wird. Es kommt demnach weniger auf eine Kompromisslösung bei der Wahl eines Dachwinkels an.

Gemäß einer modifizierten Ausführungsform der Erfindung sind der Empfängerkörper und/oder der Senderkörper quaderförmig ausgebildet. Besonders bevorzugt ist, dass der Sender- und/oder Empfängerkörper einen Quader bilden, welcher drei Paare an gleich großen Flächen aufweist. Im Falle einer rechteckigen Ausbildung der Ultraschallaustrittsfläche des Senderkörpers und der Ultraschalleintrittsfläche des Empfängerkörpers wird als Längsachse eine solche Achse definiert, die in der Ebene der Ultraschalleintritts- oder -austrittsfläche liegt und sich parallel zu den längeren Seiten der

rechteckigen Ultraschalleintritts- oder -austrittsfläche erstreckt. Anders formuliert ist das SE-Prüfkopfsystem als Breitstrahler-Prüfkopf ausgebildet.

Die Querrichtung entspricht einer Richtung, welche, ausgehend von dem Senderkörper, auf den Empfängerkörper zeigt oder, umgekehrt, von dem Empfängerkörper auf den Senderkörper zeigt. Die Längsrichtung entspricht einer zur Querrichtung quer liegenden Richtung. Die Längsrichtung kann einer Richtung der größten Erstreckung der Ultraschalleintritts- des Empfängerkörpers oder -austrittsfläche des Senderkörpers entsprechen, d. h. in Richtung der Längsachse, d. h. parallel zu der Längsachse, des Senderkörpers oder des Empfängerkörpers zeigen. Die Querrichtung kann einer Richtung senkrecht zu der größten Erstreckung der Ultraschalleintritts- oder -austrittsfläche entsprechen und insbesondere orthogonal zur Richtung der Längsachse des Senderkörpers oder des Empfängerkörpers zeigen.

Gemäß einer modifizierten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der Empfängerkörper in Querrichtung, insbesondere quer zu seiner Längsachse, in mehrere Teilkörper aufgeteilt ist und/oder der Senderkörper in Querrichtung, insbesondere quer zu seiner Längsachse, in mehrere Teilkörper aufgeteilt ist. Besonders bevorzugt ist der Empfängerkörper quer zu seiner Längsachse in mehrere Teilkörper aufgeteilt. Eine Aufteilung in Querrichtung verbessert das Auflösungsvermögen des Prüfkopfsystems. Insbesondere eine Aufteilung des Empfängerkörpers bevorteilt eine verbesserte laterale Prüfauflösung, insbesondere in Querrichtung. Eine Ausbildung des Empfängerkörpers in Querrichtung mit mehreren Teilkörpern erhöht die Auflösung in Querrichtung, indem Gruppen aus Teilelementen betrachtet werden, die auch überlappen können. Daten derartiger Empfängerkörper, auch bekannt als virtuelle Empfängerkörper, können parallel und somit schnell ausgewertet werden. Bei einer Aufteilung in Längsrichtung, insbesondere bei dem Empfängerkörper, hat sich überraschenderweise herausgestellt, dass ein prüfbarer Tiefenbereich im Blech erweitert wird. Auch wird die Reproduzierbarkeit der Messungen weiter verbessert und kleinere Fehler sind auffindbar.

Gemäß einer modifizierten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der Empfängerkörper in Längsrichtung, insbesondere längs zu seiner Längsachse, in mehrere

Teilkörper aufgeteilt ist und/oder der Senderkörper in Längsrichtung, insbesondere längs zu seiner Längsachse, in mehrere Teilkörper aufgeteilt ist. Besonders bevorzugt ist der Senderkörper parallel zu seiner Längsachse in mehrere Teilkörper aufgeteilt.. Eine Ausbildung des Senderkörpers in Längsrichtung mit mehreren Teilkörpern erhöht durch die steuerbare Tiefenwirkung die Nahauflösung und die Fernauflösung.

Gemäß einer besonders modifizierten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der Empfängerkörper quer, insbesondere orthogonal, zu der einer Teilkörper-Aufteilung des Senderkörpers in mehrere Teilkörper aufgeteilt ist. Mithin kann bei einer zueinander senkrechten Aufteilung des Sender- und des Empfängerkörpers eine noch bessere Auflösung, insbesondere in verschiedenen Tiefen, erreicht werden.

Gemäß einer ganz besonders modifizierten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der Senderkörper längs, insbesondere parallel, zu seiner Längsachse in mehrere Teilkörper aufgeteilt ist; und wobei der Empfängerkörper quer, insbesondere orthogonal, zu seiner Längsachse in mehrere Teilkörper aufgeteilt ist. Hierdurch kann eine bessere Nah- und Fernauflösung, z. B. bei Variation eines Einschallwinkels erreicht werden. Auch wird ein Prüfbereich erweitert. Wenn das Prüfkopfsystem als Gruppenstrahler ausgebildet ist, kann zur Untersuchung des Blechs ein Prüfplan verwendet werden, womit das Blech untersucht wird. Durch diese modifizierte Ausführungsform kann zudem mit Vorteil eine verbesserte Empfängerüberlappung erreicht werden, was eine verbesserte Prüfhomogenität ermöglicht.

Gemäß einer modifizierten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass über die gesamte Länge des Prüfkopfsystems in kleinen, überlappenden Gruppen aus mehreren Empfängerkörper-Teilkörpern kleiner als eine Gesamtelementeanzahl der Empfängerkörper-Teilkörper geprüft wird. Dies erhöht die Empfindlichkeit bei großer Prüfspur.

Gemäß einer noch weitere besonders modifizierten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der Senderkörper längs zu einer Längsrichtung in mehrere streifenförmige Teilkörper aufgeteilt ist; und der Empfängerkörper quer zu einer Längsrichtung in mehrere streifenförmige Teilkörper aufgeteilt ist. In anderen Worten

sind die Ultraschallaustrittsflächen des Senderkörpers streifenförmig, d. h. länglich ausgebildet und die Ultraschalleintrittsflächen des Empfängerkörpers streifenförmig, d. h. länglich ausgebildet. Dies verstärkt die vorteilhaften Effekte der vorbeschriebenen modifizierten Ausführungsform.

Ganz besonders bevorzugt erstrecken sich die streifenförmigen Teilkörper des Empfängerkörpers längs der gesamten Quererstreckungsrichtung des Empfängerkörpers und die streifenförmigen Teilkörper des Senderkörper erstrecken sich längs zu der gesamten Längserstreckungsrichtung des Senderkörpers. Dies verstärkt die vorteilhaften Effekte der beiden vorbeschriebenen modifizierten Ausführungsformen.

Gemäß einer modifizierten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der Senderkörper zu einem Schwenken des Sendereinschallwinkels ausgestaltet ist. Hierbei wird insbesondere die Gruppenstrahlertechnik verwendet. Hierdurch ist eine Prüfung in mehreren Zonen des Werkstücks bevorteilt.

Gemäß einer modifizierten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass eine Breite eines Teilkörpers des Empfängerkörpers in Längsrichtung, insbesondere in Richtung seiner Längsachse, größer ist als eine Breite eines Teilkörpers des Senderkörpers in Querrichtung, insbesondere quer zu seiner Längsachse. Besonders bevorzugt sind alle Teilkörper des Empfängerkörpers gleich breit ausgebildet.

Gemäß einer modifizierten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass das SE-Prüfkopfsystem eine Steuereinheit aufweist, die ausgestaltet ist zum Ansteuern des Empfängerkörpers, insbesondere einzelner Teilkörper des Empfängerkörpers, zu einer dynamischen Tiefenfokussierung. In anderen Worten können die einzelnen Teilkörper separat durch die Steuereinheit angesprochen werden. Somit kann an Anpassung an zu erwartende Fehler/vorliegende Dimensionen in dem zu prüfenden Werkstück die Messung angepasst werden.

Gemäß einer modifizierten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass das SE-Prüfkopfsystem eine Steuereinheit aufweist, die ausgestaltet ist zum Ansteuern des Empfängerkörpers, insbesondere einzelner Teilkörper des Empfängerkörpers, zu einer

dynamischen Apodisierung. Eine Apodisierung, d. h. Gewichtung auf einzelne Teilkörper, kann beispielsweise in Form von gezieltem Ansprechen von Teilkörpern des Empfängerkörpers erfolgen. Auch dies bevorteilt eine gezielte Anpassung des Messverfahrens mit dem SE-Prüfkopfsystem an die Eigenschaften des Werkstücks. Dabei können Verzögerungscharakteristiken dynamisch angepasst werden.

Gemäß einer modifizierten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass das SE-Prüfkopfsystem eine Steuereinheit aufweist, die ausgestaltet ist zum Ansteuern des Senderkörpers, insbesondere einzelner Teilkörper des Senderkörpers, zu einer dynamischen Apodisierung. Eine Apodisierung, d. h. Gewichtung auf einzelne Teilkörper, kann beispielsweise in Form von gezieltem Ansprechen von Teilkörpern des Senderkörpers erfolgen. Auch dies bevorteilt eine gezielte Anpassung des Messverfahrens mit dem SE-Prüfkopfsystem an die Eigenschaften des Werkstücks.

Gemäß einer modifizierten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass das SE-Prüfkopfsystem eine Steuereinheit aufweist, die ausgestaltet ist zum Ansteuern des Senderkörpers, insbesondere einzelner Teilkörper des Senderkörpers, zur Erzeugung von holographischen Schallfeldern. Holographische Schallfelder können beispielsweise erzeugt werden durch gezieltes Ansprechen von Teilkörpern des Senderkörpers mit geeigneten Sendertypen. Holographische Schallfelder ermöglichen mit Vorteil, die Prüfgeschwindigkeit, insbesondere in Kombination mit einem Paint-Brush-Verfahren, zu erhöhen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Die Formulierung Figur ist in den Zeichnungen mit Fig. abgekürzt.

In den Zeichnungen zeigen

Figur 1 eine schematische Ansicht des Systems gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Figur 2 eine schematische Darstellung zur Veranschaulichung der Funktionsweise des Systems gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung; und

Figur 3 ein Flussdiagramm eines Verfahrens gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Detaillierte Beschreibung der Ausführungsbespiele

Die beschriebenen Ausführungsbeispiele sind lediglich Beispiele, die im Rahmen der Ansprüche auf vielfältige Weise modifiziert und/oder ergänzt werden können. Jedes Merkmal, das für ein bestimmtes Ausführungsbeispiel beschrieben wird, kann eigenständig oder in Kombination mit anderen Merkmalen in einem beliebigen anderen Ausführungsbeispiel genutzt werden. Jedes Merkmal, das für ein Ausführungsbeispiel einer bestimmten Anspruchskategorie beschrieben wird, kann auch in entsprechender Weise in einem Ausführungsbeispiel einer anderen Anspruchskategorie eingesetzt werden.

Figur 1 zeigt ein Sender-Empfänger-Prüfkopfsystem (SE-Prüfkopfsystem) 1 gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung. Das System 1 weist einen Senderkörper 2 und einen Empfängerkörper 3 auf. Der Senderkörper 2 und der Empfängerkörper 3 sind jeweils mit einem Grundkörper 4 verbunden, welcher durch eine Trennschicht 5 in zwei Teilkörper 4a, 4b aufgeteilt ist. Der Grundkörper 4 weist ein für Ultraschall durchlässiges Material auf. Die Trennschicht 5 ist hingegen als eine akustische Barriere ausgestaltet.

Der Senderkörper 2 und der Empfängerkörper 3 sind quaderförmig mit jeweils rechteckigen Ultraschallaustritts- bzw. Ultraschalleintrittsflächen (nicht sichtbar) ausgebildet, über welche der Sender- bzw. der Empfängerkörper an dem Grundkörper 4 anliegen.

Der Senderkörper 2 ist in mehrere Teilkörper, nachfolgend als Sender-Teilkörper 2a bezeichnet, aufgeteilt. Der Empfängerkörper 3 ist in mehrere Teilkörper, nachfolgend als Empfänger-Teilkörper 3a bezeichnet, aufgeteilt. Der Senderkörper 2 ist längs zu seiner Längsachse in die Teilkörper aufgeteilt. Der Empfängerkörper 3 ist senkrecht zu seiner Längsachse in die Teilkörper aufgeteilt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel haben die beiden Längsachsen eine gemeinsame Erstreckungsrichtung, welche parallel zu dem Pfeil X der Figur 1 verläuft.

In Figur 2 ist eine schematische Darstellung zur Veranschaulichung der Funktionsweise des Systems 1 gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Hierbei ist ein Bereich B1 für mögliche Strahlverläufe von Strahlen dargestellt, welche von dem Senderkörper 2 gesendet werden. Weiterhin ist ein Bereich B2 für mögliche Strahlverläufe von Strahlen dargestellt, welche von dem Empfängerkörper 3 empfangen werden. In einem Schnittbereich B3, in dem sich die Bereiche B1 und B2 schneiden, kann das SE-Prüfkopfsystem 1 an einem zu prüfenden Körper (nicht dargestellt) Fehlstellen detektieren.

Das Prüfkopfsystem 1 kann mit einer Phased-Array (PA)-Elektronik nach Stand der Technik betrieben werden. Auch ist eine Kombination von PA-Elektronik mit einer dynamischen Tiefenfokussierung, insbesondere auf der Empfängerseite, d. h. bei dem Empfängerkörper 3, möglich. Ebenso denkbar ist auf der Empfängerseite eine dynamische Apodisierung. Ebenso denkbar ist die Nutzung holographischer Schallfelder auf der Senderseite, d. h. bei dem Senderkörper 2.

Das SE-Prüfkopfsystem 1 gemäß dem Ausführungsbeispiel eignet sich zur Prüfung von Grobblechen in einem Dickenbereich von 5 mm bis 120 mm. Die Grobblechprüfung erfolgt beispielsweise unter Einhaltung der Norm ISO 12094:1994, ISO 10893-9:2011 oder ISO 17577:2016, welche lediglich exemplarisch genannt sind.

Zur Prüfung eines Blechs kann das SE-Prüfkopfsystem 1 beispielsweise mäanderförmig über das zu prüfende Blech bewegt werden. Hierbei können eine oder mehrere SE-Prüfkopfsysteme 1 verwendet werden. Auch kann in einer Anlage ein Blech im Rahmen des Materialflusses, z. B. innerhalb einer Fertigungsstraße geprüft werden.

Beispielsweise kann das SE-Prüfkopfsystem 1 als Breitstrahler-Prüfkopf ausgebildet sein, bei dem ein Senderkörper 2 und vier Empfängerkörper 3 verwendet werden. Beispielsweise kann das SE-Prüfkopfsystem 1 dabei so ausgestaltet sein, dass eine Prüfbreite, d. h. eine mit einem Messvorgang überprüfbare Breite eines Werkstücks, von 50 mm erzielt wird. Die Signale der einzelnen Prüfkopfsysteme 1 können parallel verarbeitet werden und z. B. über eine TCP/IP-Verbindung an einen Auswerterechner übertragen werden. Die Datenauswertung kann mittels bekannter Methoden durchgeführt werden. Hierbei kann beispielsweise eine Größenbestimmung von Fehlstellen anhand der Norm DIN EN ISO 16827:2014-06 durchgeführt werden.

Das SE-Prüfkopfsystem 1 kann mit einer Frequenz von beispielsweise 5 MHz operiert werden.

Eine Ausdehnung einer Fehlstelle kann beispielsweise mittels folgender Kriterien ermittelt werden:

- -6dB-Methode: Diese Methode ist vorteilhaft bei Inhomogenitäten/Fehlstellen, deren Ausdehnung größer ist als ein Schallbündel
- Verfahren zur Amplitudenbewertung basierend auf einem Vergleich von Kreisscheibenreflektoren: Diese Methode ist vorteilhaft bei Inhomogenitäten/Fehlstellen, deren Ausdehnung kleiner ist als ein Schallbündel

Bei Methoden, welche eine Ermittlung einer Fläche zur Klasseneinteilung erfordern, müssen benachbarte Prüfspuren zu einer Gesamtanzeige mit einer entsprechenden Ausdehnung zusammengefasst werden. Die Zusammenfassung berücksichtigt auch räumliche Abstände der einzelnen Inhomogenitäten zueinander. Beispielsweise werden Inhomogenitäten mit einem genügenden Abstand der Tiefenlagen als getrennte Inhomogenitäten ausgewiesen. Bei langgestreckten Inhomogenitäten kann als weiterer Parameter auch über eine Amplitude eine Breite der Fehlstelle/Inhomogenität ermittelt werden. Nach einer Detektion der Inhomogenitäten wird ein das Gebiet umfassendes Polygon berechnet- Eine daraus bestimmte Gebietsfläche wird dann zur Klassifizierung herangezogen.

In Figur 3 ist ein Flussdiagramm eines Verfahrens gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Das Verfahren weist einen Verfahrensschritt „100“, des Abstrahlens von Ultraschall, über mehrere Teilkörper-Ultraschallaustrittsflächen eines Senderkörpers 2, auf ein Blech, auf, sowie einen Verfahrensschritt „200“ des Empfangens von an dem Blech reflektiertem Ultraschall, über mehrere Teilkörper-Ultraschalleintrittsflächen eines Empfängerkörpers 3.

Bezugszeichenliste

1	Sender-Empfänger-Prüfkopfsystem
2	Senderkörper
2a	Senderkörper-Teilkörper
3	Empfängerkörper
3a	Empfängerkörper-Teilkörper
4	Grundkörper
4a, 4b	Teilkörper des Grundkörpers
5	Trennschicht
X	Pfeil
B1	Bereich für Ultraschallwellen des Senderkörpers
B2	Bereich für Ultraschallwellen des Empfängerkörpers
B3	Schnittbereich
100	Abstrahlen von Ultraschall, über mehrere Teilkörper-Ultraschallaustrittsflächen eines Senderkörpers, auf ein Blech
200	Empfangen von an dem Blech reflektiertem Ultraschall, über mehrere Teilkörper-Ultraschalleintrittsflächen eines Empfängerkörpers

Patentansprüche

1. Sender-Empfänger-Prüfkopfsystem, SE-Prüfkopfsystem (1), für eine Vorrichtung zur zerstörungsfreien Werkstoffprüfung, aufweisend

einen Senderkörper (2) mit einer Ultraschallaustrittsfläche, ausgestaltet zum Abstrahlen von Ultraschall auf ein Blech, und einen Empfängerkörper (3) mit einer Ultraschalleintrittsfläche, ausgestaltet zum Empfangen von Ultraschall, der an dem Blech reflektiert wird, und

wobei der Senderkörper (2) und der Empfängerkörper (3) jeweils in mehrere Teilkörper aufgeteilt sind.

2. SE-Prüfkopfsystem (1) nach Anspruch 1,

wobei der Empfängerkörper (3) in Querrichtung in mehrere Teilkörper aufgeteilt ist und/oder der Senderkörper (2) in Querrichtung in mehrere Teilkörper aufgeteilt ist.

3. SE-Prüfkopfsystem (1) nach mindestens einem der Ansprüche 1 oder 2,

wobei der Empfängerkörper (3) in Längsrichtung in mehrere Teilkörper aufgeteilt ist und/oder der Senderkörper (2) in Längsrichtung in mehrere Teilkörper aufgeteilt ist.

4. SE-Prüfkopfsystem (1) nach mindestens einem der vorgenannten Ansprüche,

wobei der Empfängerkörper (3) quer, insbesondere orthogonal, zu einer Teilkörper-Aufteilung des Senderkörpers (2) in mehrere Teilkörper aufgeteilt ist.

5. SE-Prüfkopfsystem (1) nach mindestens einem der vorgenannten Ansprüche,

wobei der Empfängerkörper (3) quer, insbesondere orthogonal, zu einer Längsrichtung in mehrere Teilkörper aufgeteilt ist; und

wobei der Senderkörper (2) längs, insbesondere parallel, zu einer Längsrichtung in mehrere Teilkörper aufgeteilt ist.

6. SE-Prüfkopfsystem (1) nach mindestens einem der vorgenannten Ansprüche,

wobei der Empfängerkörper (3) quer zu einer Längsrichtung in mehrere streifenförmige Teilkörper aufgeteilt ist; und

wobei der Senderkörper (2) längs zu einer Längsrichtung in mehrere streifenförmige Teilkörper aufgeteilt ist.

7. SE-Prüfkopfsystem (1) nach mindestens einem der vorgenannten Ansprüche, wobei eine Breite eines Teilkörpers des Empfängerkörpers (3) in Längsrichtung größer ist als eine Breite eines Teilkörpers des Senderkörpers (2) in Querrichtung.

8. SE-Prüfkopfsystem (1) nach mindestens einem der vorgenannten Ansprüche, aufweisend eine Steuereinheit, ausgestaltet zum Ansteuern des Empfängerkörpers (3), insbesondere einzelner Teilkörper des Empfängerkörpers (3), zu einer dynamischen Tiefenfokussierung.

9. SE-Prüfkopfsystem (1) nach mindestens einem der vorgenannten Ansprüche, aufweisend eine Steuereinheit, ausgestaltet zum Ansteuern des Empfängerkörpers (3), insbesondere einzelner Teilkörper des Empfängerkörpers (3), zu einer dynamischen Apodisierung.

10. SE-Prüfkopfsystem (1) nach mindestens einem der vorgenannten Ansprüche, aufweisend eine Steuereinheit, ausgestaltet zum Ansteuern des Senderkörpers (2), insbesondere einzelner Teilkörper des Senderkörpers (2), zur Erzeugung von holographischen Schallfeldern.

11. Vorrichtung zur Prüfung von Blechen, aufweisend zumindest ein SE-Prüfkopfsystem (1) nach mindestens einem der vorgenannten Ansprüche.

12. Verfahren zur zerstörungsfreien Werkstoffprüfung, aufweisend folgende Verfahrensschritte:

Abstrahlen von Ultraschall (100), über mehrere Teilkörper-Ultraschallaustrittsflächen eines Senderkörpers (2), auf ein Blech;

Empfangen von an dem Blech reflektiertem Ultraschall (200), über mehrere Teilkörper-Ultraschalleintrittsflächen eines Empfängerkörpers (3); oder

aufweisend Verfahrensschritte entsprechend Merkmalen eines SE-Prüfkopfsystems (1) nach mindestens einem der vorgenannten Ansprüche.

13. Computerprogramm, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Computerprogramms durch einen Computer diesen veranlassen, ein Verfahren nach dem vorgenannten Anspruch auszuführen.

14. Datenträgersignal, das das Computerprogramm nach dem vorgenannten Anspruch überträgt.

15. Computerlesbares Medium, umfassend Befehle, die bei der Ausführung durch einen Computer diesen veranlassen, ein Verfahren nach Anspruch 12 auszuführen.

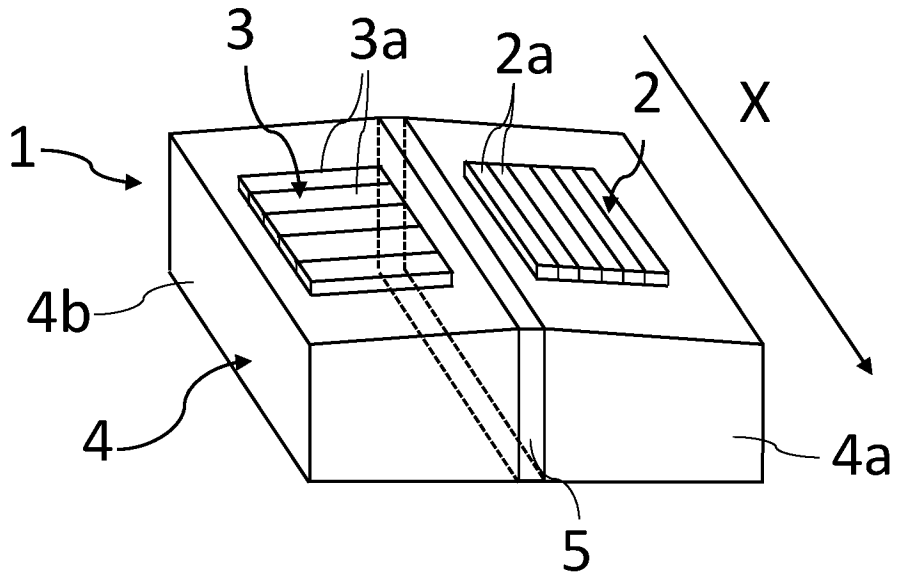


Fig. 1

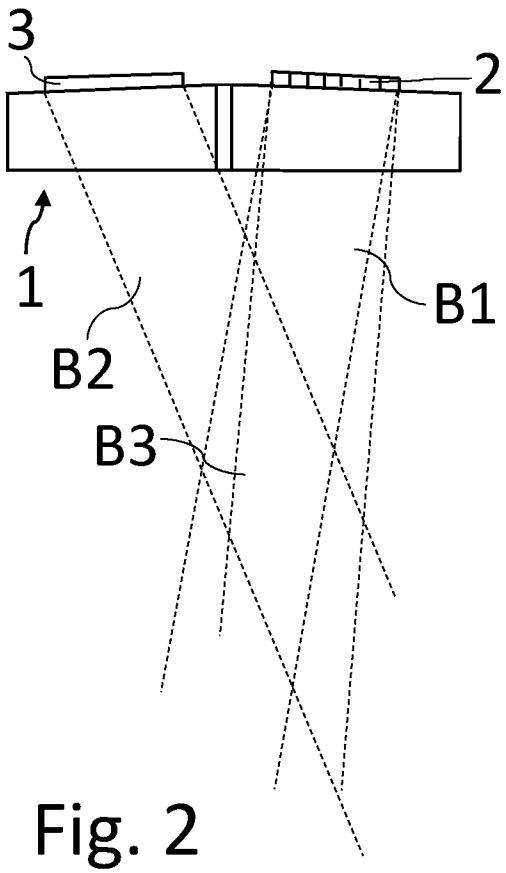


Fig. 2

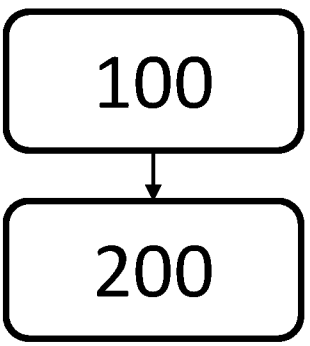


Fig. 3

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Nummer der nationalen Anmeldung:

RECHERCHENBERICHT

nach Artikel XI.23., §2 und §3 des belgischen Wirtschaftsgesetzbuches

BO 11995
BE 202005002

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 0 899 025 A1 (SIEMENS AG [DE]) 3. März 1999 (1999-03-03) * Zusammenfassung; Abbildung 4 * * Absätze [0032] - [0044] * -----	1-3, 11-15	INV. G01N29/04 G01N29/06 G01N29/24 G01N29/26
X	EP 0 268 818 A1 (SIEMENS AG [DE]) 1. Juni 1988 (1988-06-01) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * * Spalte 3, Zeile 49 - Spalte 5, Zeile 44 * -----	1-15	
X	WO 2008/091151 A1 (ROENTGEN TECH DIENST BV [NL]; DIJKSTRA FREDERIK HENDRIK [NL] ET AL.) 31. Juli 2008 (2008-07-31) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 * * Seite 5, Absatz 5 - Seite 6, Absatz 1 * -----	1,11,12	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)

G01N
B06B

1

Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
27. August 2020	Uttenthaler, Erich

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

ANHANG ZUM RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE BELGISCHE PATENTANMELDUNG NR.

BO 11995
BE 202005002

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

27-08-2020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0899025 A1	03-03-1999	DE 19737398 C1	01-10-1998
		EP 0899025 A1	03-03-1999
EP 0268818 A1	01-06-1988	AT 65329 T	15-08-1991
		EP 0268818 A1	01-06-1988
		JP H0778493 B2	23-08-1995
		JP S63121749 A	25-05-1988
		US 4831601 A	16-05-1989
WO 2008091151 A1	31-07-2008	CA 2593893 A1	01-10-2007
		EP 2109768 A1	21-10-2009
		JP 2010517034 A	20-05-2010
		US 2008289425 A1	27-11-2008
		WO 2008091151 A1	31-07-2008

EPO FORM P0464

SCHRIFTLICHER BESCHEID

Dossier Nr.	Anmeldedatum *(Tag/Monat/Jahr)*	Prioritätsdatum *(Tag/Monat/Jahr)*	Anmeldung Nr.
BO11995	06.01.2020		BE202005002

Internationale Patentklassifikation (IPK)
INV. G01N29/04 G01N29/06 G01N29/24 G01N29/26

Anmelder
ROSEN Swiss AG

Dieser Bescheid enthält Angaben und entsprechende Seiten zu folgenden Punkten:

- ☒ Feld Nr. I Grundlage des Bescheids
- ☐ Feld Nr. II Priorität
- ☐ Feld Nr. III Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- ☐ Feld Nr. IV Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- ☒ Feld Nr. V Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- ☐ Feld Nr. VI Bestimmte angeführte Unterlagen
- ☒ Feld Nr. VII Bestimmte Mängel der Anmeldung
- ☒ Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur Anmeldung

	Prüfer
	Uttenthaler, Erich

Anmeldung Nr.

SCHRIFTLICHER BESCHEID

BE202005002

Feld Nr. I Grundlage des Bescheids

1. Dieser Bescheid wurde auf der Grundlage des vor dem Beginn der Recherche eingereichten Satzes von Ansprüchen erstellt.

2. Hinsichtlich der **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz**, die in der Anmeldung offenbart wurde, ist der Bescheid auf folgender Grundlage erstellt worden:

   a. Art des Materials:

   ☐ Sequenzprotokoll

   ☐ Tabelle(n) zum Sequenzprotokoll

   b. Form des Materials:

   ☐ in Papierform

   ☐ in elektronischer Form

   c. Zeitpunkt der Einreichung:

   ☐ in der eingereichten Anmeldung enthalten

   ☐ zusammen mit der Anmeldung in elektronischer Form eingereicht

   ☐ nachträglich eingereicht

3. ☐ Wurden mehr als eine Version oder Kopie eines Sequenzprotokolls und/oder einer dazugehörigen Tabelle eingereicht, so sind zusätzlich die erforderlichen Erklärungen, dass die Information in den nachgereichten oder zusätzlichen Kopien mit der Information in der Anmeldung in der eingereichten Fassung übereinstimmt bzw. nicht über sie hinausgeht, vorgelegt worden.

4. Zusätzliche Bemerkungen:

Feld Nr. V Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit	Ja:	Ansprüche	
	Nein:	Ansprüche	1-15
Erfinderische Tätigkeit	Ja:	Ansprüche	
	Nein:	Ansprüche	1-15
Gewerbliche Anwendbarkeit	Ja:	Ansprüche:	1-15
	Nein:	Ansprüche:	

2. Unterlagen und Erklärungen:

siehe Beiblatt

Feld Nr. VII Bestimmte Mängel der Anmeldung

Es wurde festgestellt, dass die Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:

siehe Beiblatt

Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur Anmeldung

siehe Beiblatt

Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1 EP 0 899 025 A1 (SIEMENS AG [DE]) 3. März 1999 (1999-03-03)

D2 EP 0 268 818 A1 (SIEMENS AG [DE]) 1. Juni 1988 (1988-06-01)

D3 WO 2008/091151 A1 (ROENTGEN TECH DIENST BV [NL]; DIJKSTRA FREDERIK HENDRIK [NL] ET AL.) 31. Juli 2008 (2008-07-31)

Zu Punkt V

Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1 **Neuheit und erfinderische Tätigkeit**

1.1 **Anspruch 1:**

Anspruch 1 erfüllt aus folgenden Gründen nicht die Erfordernisse in Bezug auf Neuheit:

D1 offenbart ein Sender-Empfänger-Prüfkopfsystem, SE-Prüfkopfsystem, für eine Vorrichtung zur zerstörungsfreien Werkstoffprüfung (siehe Fig. 4 und Absatz 0044, D1), aufweisend einen Senderkörper mit einer Ultraschallaustrittsfläche (25-3, Fig. 4, D1), geeignet zum Abstrahlen von Ultraschall auf ein Blech, und einen Empfängerkörper mit einer Ultraschalleintrittsfläche (25-2, Fig. 4, D1), geeignet zum Empfangen von Ultraschall, der an dem Blech reflektiert wird, und wobei der Senderkörper und der Empfängerkörper jeweils in mehrere Teilkörper aufgeteilt sind (siehe Fig. 4 und Absatz 0044, D1).

Aus diesem Grund ist Anspruch 1 nicht neu.

Einwände gegen die Neuheit von Anspruch 1 können auch auf der Basis von D2 (Zusammenfassung, Figur 1 und Spalte 3, Zeile 49 - Spalte 4, Zeile 15) und D3 (Zusammenfassung, Figuren1, 2 und Seite 5, 5. Absatz - Seite 6, 1. Absatz) gemacht werden.

1.2 **Anspruch 12:**
Obiger Einwand gegen die Neuheit von Anspruch 1 gilt ebenfalls, mutatis mutandis, für den entsprechenden Verfahrensanspruch 12.
Aus diesem Grund ist Anspruch 12, soweit er verstanden werden kann (siehe die Klarheitseinwände in VIII.5) ebenfalls nicht neu.

1.3 **Ansprüche 13-15:**
Obiger Einwand gegen die Neuheit von Anspruch 12 gilt ebenfalls, mutatis mutandis, für die auf ein Computerprogramm, ein Datenträgersignal bzw. ein computerlesbares Medium bezogenen Ansprüche 13-15.
Aus diesem Grund sind die Ansprüche 13-15, soweit sie verstanden werden können (siehe die Klarheitseinwände in VIII.6), ebenfalls nicht neu.

1.4 **Abhängige Ansprüche:**
Die abhängigen Ansprüche 2-11 scheinen keine Merkmale zu enthalten, die in Kombination mit Anspruch 1 die Erfordernisse des EPÜ in Bezug auf Neuheit bzw. erfinderische Tätigkeit erfüllen. Diese Ansprüche beschreiben Merkmale, die entweder aus D1 - D3 bekannt sind oder naheliegend sind:
Ansprüche 2, 3, soweit sie verstanden werden können (siehe die Klarheitseinwände in VIII.1), nicht neu: siehe 25-2 und 25-3, fig. 4 sowie Absatz 0044, D1.
Ansprüche 4-6, soweit sie verstanden werden können (siehe die Klarheitseinwände in VIII.1-2), nicht neu: siehe Figur 1 und Spalte 3, Zeile 49 - Spalte 4, Zeile 15, D2.
Anspruch 7, soweit er verstanden werden kann (siehe die Klarheitseinwände in VIII.1-2), nicht erfinderisch: siehe Figur 1 und Spalte 3, Zeile 49 - Spalte 4, Zeile 15, D2.
Anspruch 8 nicht neu: siehe Spalte 5, Zeilen 2-9, D2.
Anspruch 9, soweit er verstanden werden kann (siehe die Klarheitseinwände in VIII.3), nicht neu: siehe Spalte 5, Zeilen 2-9, D2.
Anspruch 10 nicht erfinderisch: siehe Spalte 5, Zeilen 40-44, D2.
Anspruch 11, soweit er verstanden werden kann (siehe die Klarheitseinwände in VIII.4), nicht neu: siehe 1.1.

Zu Punkt VII

Bestimmte Mängel in der Anmeldung

1 Der unabhängige Vorrichtungsanspruch ist nicht in der zweiteiligen Form abgefasst. Im vorliegenden Fall erscheint die Zweiteilung jedoch zweckmäßig. Folglich sollten die in Verbindung miteinander aus dem Stand der Technik bekannten Merkmale im Oberbegriff zusammengefasst und die übrigen Merkmale im kennzeichnenden Teil aufgeführt werden.

2 In der Beschreibung werden weder der in D1 bis D3 offenbarte einschlägige Stand der Technik noch die Dokumente selbst angegeben.

Zu Punkt VIII

Bestimmte Bemerkungen zur Anmeldung

Klarheit:

Die Ansprüche 2-7, 9 und 11-15 sind aus folgenden Gründen nicht klar:

1 Die Definition der Längs- bzw. Querrichtung in den Ansprüchen 2-7 ist unklar.

2 Der Unterschied zwischen den Begriffen "quer" und "orthogonal" in den Ansprüchen 4 und 5 ist unklar. Ebenso ist der Unterschied zwischen den Begriffen "längs" und "parallel" in Anspruch 5 unklar.

3 Der Begriff "dynamische Apodisierung" in Anspruch 9 ist nicht allgemein im Zusammenhang mit Ultraschallarrays bekannt. Diesem Einwand kann durch Aufnahme der entsprechenden Definition auf Seite 10, Zeilen 10-11 begegnet werden.

4 Die Vorrichtung gemäß Anspruch 11 bezieht sich auf ein SE-Prüfkopfsystem nach einem der vorgenannten Ansprüche, weist aber ansonsten keine weiteren Vorrichtungsmerkmale auf, wie etwa einen Computer, der dazu eingerichtet ist verschiedene Schritte zur Prüfung von Blechen durchzuführen. Aus diesem Grund ist Anspruch 11 unklar.

5 Die Alternative "oder aufweisend Verfahrensschritte entsprechend Merkmalen eines SE-Prüfkopfsystems..." in Anspruch 12 ist unklar, da die SE-Prüfkopfsysteme gemäß ihrer Definition lediglich Vorrichtungsmerkmale aufweisen.

6 Ansprüche 13-15 sind unklar, da das Verfahren gemäß Anspruch 12 auf das sich diese Ansprüche beziehen keine generischen Datenverarbeitungsschritte umfasst. Vielmehr müsste der Computer gemäß Anspruch 13 "*dazu eingerichtet sein, eine Vorrichtung gemäß Anspruch 11 bzw. ein SE-Prüfkopfsystem gemäß den Ansprüchen 1-10 so zu steuern, dass es die Verfahrensschritte des Anspruchs 12 ausführt*".