

(19)



(11)

EP 3 191 282 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

12.03.2025 Patentblatt 2025/11

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

B28D 1/04 (2006.01) B28D 7/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15759753.5**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

B28D 7/005; B28D 1/042

(22) Anmeldetag: **03.09.2015**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2015/070101

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2016/037920 (17.03.2016 Gazette 2016/11)

(54) **VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINES WANDSÄGESYSTEMS BEIM ERSTELLEN EINES TRENNSCHNITTES**

METHOD FOR CONTROLLING A WALL SAW SYSTEM WHEN CREATING A SEPARATING CUT

PROCÉDÉ DE COMMANDE D'UN SYSTÈME DE SCIE MURALE PAR SCIAGE EN LONG

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

• **STEVIC, Dragan**

A-6800 Feldkirch-Tosters (AT)

• **KANEIDER, Wilfried**

A-6830 Rankweil (AT)

(30) Priorität: **08.09.2014 EP 14003101**

(74) Vertreter: **Hilti Aktiengesellschaft**

Corporate Intellectual Property

Feldkircherstrasse 100

Postfach 333

9494 Schaan (LI)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

19.07.2017 Patentblatt 2017/29

(73) Patentinhaber: **Hilti Aktiengesellschaft**

9494 Schaan (LI)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-B1- 1 693 173

WO-A1-2014/124912

WO-A1-2014/124931

WO-A1-2014/128095

US-A1- 2012 180 773

US-A1- 2013 180 371

US-B1- 6 170 478

(72) Erfinder:

• **BEREUTER, Christian**

A-6851 Lingenau (AT)

EP 3 191 282 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Wandsägesystems beim Erstellen eines Trennschnittes gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Beispiele von Wandsägesysteme sind auch aus der US 2013/180371 A1, WO 2014/124912 A1, US 2012/180773 A1, US 6 170 478 B1, WO 2014/128095 A1 oder WO 2014/124931 A1 bekannt. Aus EP 1 693 173 B1 ist ein Verfahren zur Steuerung eines Wandsägesystems beim Erstellen eines Trennschnittes in einem Werkstück zwischen einem ersten Endpunkt und einem zweiten Endpunkt bekannt. Das Wandsägesystem umfasst eine Führungsschiene und eine Wandsäge mit einem Sägekopf, einer motorischen Vorschubeinheit, die den Sägekopf parallel zu einer Vorschubrichtung entlang der Führungsschiene verschiebt und mindestens einem Sägeblatt, das an einem Sägearm des Sägekopfes befestigt und von einem Antriebsmotor um eine Drehachse angetrieben wird. Der Sägearm ist mittels eines Schwenkmotors um eine Schwenkachse schwenkbar ausgebildet. Durch eine Schwenkbewegung des Sägearms um die Schwenkachse wird die Eindringtiefe des Sägeblattes in das Werkstück verändert. Die motorische Vorschubeinheit umfasst einen Führungsschlitten und einen Vorschubmotor, wobei der Sägekopf auf dem Führungsschlitten angebracht und über den Vorschubmotor entlang der Führungsschiene verschoben wird. Zur Überwachung des Wandsägesystems ist eine Sensoreinrichtung mit einem Schwenkwinkelsensor und einem Wegsensor vorgesehen. Der Schwenkwinkelsensor misst den momentanen Schwenkwinkel des Sägearms und der Wegsensor misst die aktuelle Position des Sägekopfes auf der Führungsschiene. Die gemessenen Werte für den aktuellen Schwenkwinkel des Sägearms und die aktuelle Position des Sägekopfes werden regelmäßig an eine Kontrolleinheit der Wandsäge übermittelt.

[0003] Das bekannte Verfahren zur Steuerung eines Wandsägesystems ist in einen Vorbereitungsteil und eine, von der Kontrolleinheit gesteuerten Bearbeitung des Trennschnittes unterteilt. Im Vorbereitungsteil legt der Bediener zumindest den Sägeblattdurchmesser des Sägeblattes, die Positionen des ersten und zweiten Endpunktes in Vorschubrichtung und die Endtiefe des Trennschnittes fest; weitere Parameter können das Material des zu bearbeitenden Werkstückes und die Abmessungen von eingebetteten Armierungseisen sein. Aus den eingegebenen Parametern bestimmt die Kontrolleinheit für den Trennschnitt eine geeignete Hauptschnittfolge von Hauptschnitten, wobei die Hauptschnittfolge zumindest einen ersten Hauptschnitt mit einem ersten Haupt-

schnittwinkel des Sägearms und einem ersten Durchmesser des verwendeten Sägeblattes sowie einen folgenden zweiten Hauptschnitt mit einem zweiten Hauptschnittwinkel des Sägearms und einem ersten Durchmesser des verwendeten Sägeblattes umfasst.

[0004] Das bekannte Verfahren zur Steuerung eines Wandsägesystems hat den Nachteil, dass keine Details zur Eckenbearbeitung eines als Hindernis definierten Endpunktes offenbart sind und die Bearbeitungsparameter der Wandsäge an die Eckenbearbeitung angepasst werden.

Darstellung der Erfindung

[0005] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren zur Steuerung eines Wandsägesystems zu entwickeln, bei dem die Eckenbearbeitung eines Hindernisses gesteuert von der Kontrolleinheit der Wandsäge durchgeführt wird.

[0006] Diese Aufgabe wird bei dem eingangs genannten Verfahren zur Steuerung eines Wandsägesystems erfindungsgemäß durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0007] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass während der von der Kontrolleinheit gesteuerten Bearbeitung die Eckenschnittfolge zwischen dem vorletzten Hauptschnitt und letzten Hauptschnitt durchgeführt wird oder die Eckenschnittfolge nach dem letzten Hauptschnitt durchgeführt wird und vor dem Start der von der Kontrolleinheit gesteuerten Bearbeitung für die Eckenschnittfolge zusätzlich eine Anfangsposition und eine Endposition festgelegt werden. Dadurch, dass für die Eckenbearbeitung eine eigene Eckenschnittfolge definiert wird, können die Bearbeitungsparameter der Wandsäge an die Eckenbearbeitung angepasst werden.

[0008] Bevorzugt umfasst die Eckenschnittfolge eine Anzahl von n Eckenschnitten, $n \geq 2$ mit j -ten Eckenschnittwinkeln ($\pm\varphi_{1,j}$, $\pm\varphi_{2,j}$) des Sägearms (17) und j -ten Durchmessern ($D_{1,j}$, $D_{2,j}$) des verwendeten Sägeblattes, $j = 1$ bis n . Die Anzahl der Eckenschnitte, die notwendig sind, hängt unter anderem von der Spezifikation des Sägeblattes, den Werkstoffeigenschaften des Werkstückes sowie der Leistung und dem Drehmoment des Antriebsmotors für das Sägeblatt ab. Die Eckenschnittwinkel können vom Bediener festgelegt werden oder die Kontrolleinheit des Wandsägesystems legt die Eckenschnittwinkel abhängig von verschiedenen Randbedingungen fest. Für das erfindungsgemäße Verfahren stellen die Eckenschnittwinkel eine Eingangsgröße dar, die zur Steuerung der Wandsäge genutzt wird.

[0009] Bevorzugt werden vor dem Start der von der Kontrolleinheit gesteuerten Bearbeitung zusätzlich eine Sägearmlänge des Sägearms, die als Abstand zwischen der Schwenkachse des Sägearms und der Drehachse des Sägeblattes definiert ist, und ein Abstand zwischen der Schwenkachse und einer Oberseite des Werkstückes festgelegt. Für eine gesteuerte Bearbeitung eines

Trennschnittes müssen der Kontrolleinheit verschiedene Parameter bekannt sein. Dazu gehören die Sägearmlänge, die eine feste gerätespezifische Größe der Wandsäge darstellt, und der senkrechte Abstand zwischen der Schwenkachse und der Oberfläche des Werkstückes, die neben der Geometrie der Wandsäge auch von der Geometrie der verwendeten Führungsschiene abhängt.

[0010] In einer ersten Ausführung ist der erste Endpunkt als Hindernis definiert und für die Eckenschnittfolge wird von der Kontrolleinheit eine erste Endposition berechnet, wobei die Schwenkachse in der ersten Endposition eine Ortskoordinate aufweist von $X(E_1) + D_m/2 - \delta \cdot \sin(\pm\alpha_m)$ für $|\pm\alpha_m| \leq \alpha_{krit}$ und $X(E_1) + D_m/2 - \delta \cdot \sin(\pm\alpha_{krit})$ für $\alpha_{krit} < |\pm\alpha_m|$. Wenn die Schwenkachse die erste Endposition erreicht hat, ist das verbliebene Material so weit wie möglich abgetragen und der Trennschnitt im Bereich des ersten Endpunktes fertiggestellt.

[0011] In einer Weiterentwicklung der ersten Ausführung werden im j-ten Eckenschnitt der Eckenschnittfolge, $j = 1$ bis n der Sägekopf in eine erste Anfangsposition positioniert, der Sägearm in den j-ten Eckenschnittwinkel geschwenkt und der Sägekopf mit dem, im j-ten Eckenschnittwinkel, geneigten Sägearm in die erste Endposition verfahren.

[0012] Besonders bevorzugt weist die Schwenkachse in der ersten Anfangsposition eine Ortskoordinate aufweist von $X(E_1) + D_{1,n}/2 - \delta \cdot \sin(\pm\varphi_{1,n})$ für $|\pm\varphi_{1,n}| \leq \alpha_{krit}$ und $X(E_1) + D_{1,n}/2 - \delta \cdot \sin(\pm\alpha_{krit})$ für $\alpha_{krit} < |\pm\varphi_{1,n}|$. Die erste Anfangsposition stellt sicher, dass die Schwenkbewegung in alle Überschnittwinkel der Überschnittfolge vor dem ersten Endpunkt erfolgt und der erste Endpunkt nicht überschritten wird.

[0013] In einer bevorzugten Ausführung wird der vorletzte Hauptschnitt mit einem Blattschutz durchgeführt und vor dem Start der gesteuerten Bearbeitung werden zusätzlich ein Montageabstand $\Delta_{Montage}$ sowie eine vorletzte Breite für den, beim vorletzten Hauptschnitt, verwendeten Blattschutz festgelegt, wobei die vorletzte Breite aus einem ersten Abstand der Drehachse zur ersten Blattschutzkante und einem zweiten Abstand der Drehachse zur zweiten Blattschutzkante zusammengesetzt ist.

[0014] Besonders bevorzugt wird die gesteuerte Bearbeitung von der Kontrolleinheit unterbrochen und die Wandsäge von der Kontrolleinheit in eine erste Parkposition bewegt.

[0015] Die Schwenkachse weist in der ersten Parkposition eine Ortskoordinate von $X(E_1) + \text{Maximalwert von } [B_{1,m-1} + \Delta_{Montage}, B_{1,m-1} - \delta \cdot \sin(\pm\alpha_m)]$ für $|\pm\alpha_m| \leq 90^\circ$ oder $X(E_1) + \text{Maximalwert von } [B_{1,m-1} + \Delta_{Montage}, B_{1,m-1} - \delta \cdot \sin(\pm\alpha_{krit})]$ für $90^\circ < |\pm\alpha_m|$ auf.

[0016] Die Wandsäge wird nach der Wiederaufnahme der gesteuerten Bearbeitung in eine erste Wiederaufnahmeposition positioniert, die der ersten Parkposition entspricht. Wenn die Kontrolleinheit zusätzlich zur Parkposition eine Wiederaufnahmeposition bestimmt, kann die Wandsäge nach der Unterbrechung vom Bediener aus der Parkposition mittels der motorischen Vorschub-

einheit entlang der Führungsschiene verfahren werden. Die Möglichkeit, die Wandsäge aus der Parkposition verfahren zu können, ist vorteilhaft für senkrechte oder diagonale Trennschnitte in einer Wand, bei denen die Parkposition oberhalb einer handhabbaren Montageposition angeordnet ist. Nach der Wiederaufnahme überprüft die Kontrolleinheit mit Hilfe des Wegsensors die aktuelle Position der Wandsäge. Wenn die aktuelle Position von der Wiederaufnahmeposition abweicht, wird die Wandsäge in die Wiederaufnahmeposition positioniert.

[0017] In einer zweiten Ausführung ist der zweite Endpunkt als Hindernis definiert und für die Eckenschnittfolge wird von der Kontrolleinheit eine zweite Endposition berechnet, wobei die Schwenkachse in der zweiten Endposition eine Ortskoordinate aufweist von $X(E_2) - D_m/2 - \delta \cdot \sin(\pm\alpha_m)$ für $|\pm\alpha_m| \leq \alpha_{krit}$ und $X(E_2) - D_m/2 - \delta \cdot \sin(\pm\alpha_{krit})$ für $\alpha_{krit} < |\pm\alpha_m|$. Wenn die Schwenkachse die zweite Endposition erreicht hat, ist das verbliebene Material so weit wie möglich abgetragen und der Trennschnitt im Bereich des zweiten Endpunktes fertiggestellt.

[0018] In einer Weiterentwicklung der zweiten Ausführung werden im j-ten Eckenschnitt der Eckenschnittfolge, $j = 1$ bis n der Sägekopf in eine zweite Anfangsposition positioniert, der Sägearm in den j-ten Eckenschnittwinkel geschwenkt und der Sägekopf mit dem, im j-ten Eckenschnittwinkel, geneigten Sägearm in die zweite Endposition verfahren.

[0019] Besonders bevorzugt weist die Schwenkachse in der zweiten Anfangsposition eine Ortskoordinate aufweist von $X(E_2) - D_{2,n}/2 - \delta \cdot \sin(\pm\varphi_{2,n})$ für $|\pm\varphi_{2,n}| \leq \alpha_{krit}$ und $X(E_2) - D_{2,n}/2 - \delta \cdot \sin(\pm\alpha_{krit})$ für $\alpha_{krit} < |\pm\varphi_{2,n}|$. Die zweite Anfangsposition stellt sicher, dass die Schwenkbewegung in alle Eckenschnittwinkel der Eckenschnittfolge vor dem zweiten Endpunkt erfolgt und der zweite Endpunkt nicht überschritten wird.

[0020] In einer bevorzugten Ausführung wird der letzte Hauptschnitt mit einem Blattschutz durchgeführt und vor dem Start der gesteuerten Bearbeitung werden zusätzlich ein Montageabstand $\Delta_{Montage}$ sowie eine letzte Breite für den, beim letzten Hauptschnitt, verwendeten Blattschutz festgelegt, wobei die letzte Breite aus einem ersten Abstand der Drehachse zur ersten Blattschutzkante und einem zweiten Abstand der Drehachse zur zweiten Blattschutzkante zusammengesetzt ist.

[0021] Besonders bevorzugt wird die gesteuerte Bearbeitung von der Kontrolleinheit unterbrochen und die Wandsäge von der Kontrolleinheit in eine zweite Parkposition bewegt. Die Schwenkachse weist in der zweiten Parkposition eine Ortskoordinate von $X(E_2) - \text{Maximalwert von } [B_{2,m} + \Delta_{Montage}, B_{2,m} + \delta \cdot \sin(\pm\alpha_m)]$ für $|\pm\alpha_m| \leq 90^\circ$ oder $X(E_2) - \text{Maximalwert von } [B_{2,m} + \Delta_{Montage}, B_{2,m} + \delta \cdot \sin(\pm 90^\circ)]$ für $90^\circ < |\pm\alpha_m|$ auf.

Ausführungsbeispiele

[0022] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben. Diese soll die Ausführungsbeispiele nicht notwendigerweise

maßstäblich darstellen, vielmehr ist die Zeichnung, wo zur Erläuterung dienlich, in schematischer und/oder leicht verzerrter Form ausgeführt. Im Hinblick auf Ergänzungen der aus der Zeichnung unmittelbar erkennbaren Lehren wird auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass vielfältige Modifikationen und Änderungen betreffend die Form und das Detail einer Ausführungsform vorgenommen werden können, ohne von der allgemeinen Idee der Erfindung abzuweichen. Die in der Beschreibung, der Zeichnung sowie den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln für sich als auch in beliebiger Kombination für die Weiterbildung der Erfindung wesentlich sein. Zudem fallen in den Rahmen der Erfindung alle Kombinationen aus zumindest zwei der in der Beschreibung, der Zeichnung und/oder den Ansprüchen offenbarten Merkmale. Die allgemeine Idee der Erfindung ist nicht beschränkt auf die exakte Form oder das Detail der im Folgenden gezeigten und beschriebenen bevorzugten Ausführungsform oder beschränkt auf einen Gegenstand, der eingeschränkt wäre im Vergleich zu dem in den Ansprüchen beanspruchten Gegenstand. Bei gegebenen Bemessungsbereichen sollen auch innerhalb der genannten Grenzen liegende Werte als Grenzwerte offenbart und beliebig einsetzbar und beanspruchbar sein. Der Einfachheit halber sind nachfolgend für identische oder ähnliche Teile oder Teile mit identischer oder ähnlicher Funktion gleiche Bezugszeichen verwendet.

[0023] Es zeigen:

- FIG. 1 ein Wandsägesystem mit einer Führungsschiene und einer Wandsäge;
- FIGN. 2A, B die Bearbeitung eines Trennschnittes zwischen einem ersten und zweiten freien Endpunkt ohne Hindernis;
- FIGN. 3A, B die Bearbeitung eines Trennschnittes zwischen einem ersten und zweiten Hindernis mit einem Sägeblatt, das nicht von einem Blattschutz umgeben ist;
- FIGN. 4A, B die Bearbeitung eines Trennschnittes zwischen einem ersten und zweiten Hindernis mit einem Sägeblatt, das von einem Blattschutz umgeben ist;
- FIGN. 5A-N das Wandsägesystem der FIG. 1 bei Erstellen eines Trennschnittes zwischen einem ersten Hindernis und einem zweiten Hindernis.

[0024] FIG. 1 zeigt ein Wandsägesystem 10 mit einer Führungsschiene 11, einem, an der Führungsschiene 11 verschiebbar angeordneten, Werkzeuggerät 12 und einer Fernbedienung 13. Das Werkzeuggerät ist als Wandsäge 12 ausgebildet und umfasst eine Bearbeitungsein-

heit 14 und eine motorische Vorschubeinheit 15. Die Bearbeitungseinheit ist als Sägekopf 14 ausgebildet und umfasst ein als Sägeblatt ausgebildetes Bearbeitungswerkzeug 16, das an einem Sägearm 17 befestigt ist und von einem Antriebsmotor 18 um eine Drehachse 19 angetrieben wird.

[0025] Zum Schutz des Bedieners ist das Sägeblatt 16 von einem Blattschutz 21 umgeben, der mittels eines Blattschutzhalters am Sägearm 17 befestigt wird. Der Sägearm 17 ist von einem Schwenkmotor 22 um eine Schwenkachse 23 schwenkbar ausgebildet. Der Schwenkwinkel α des Sägearms 17 bestimmt mit einem Sägeblattdurchmesser D des Sägeblattes 16, wie tief das Sägeblatt 16 in ein zu bearbeitendes Werkstück 24 eintaucht. Der Antriebsmotor 18 und der Schwenkmotor 22 sind in einem Gerätegehäuse 25 angeordnet. Die motorische Vorschubeinheit 15 umfasst einen Führungsschlitten 26 und einen Vorschubmotor 27, der im Ausführungsbeispiel ebenfalls im Gerätegehäuse 25 angeordnet ist. Der Sägekopf 14 ist auf dem Führungsschlitten 26 befestigt und über den Vorschubmotor 27 entlang der Führungsschiene 11 in einer Vorschubrichtung 28 verschiebbar ausgebildet. Im Gerätegehäuse 25 ist neben den Motoren 19, 22, 27 eine Kontrolleinheit 29 zur Steuerung des Sägekopfes 14 und der motorischen Vorschubeinheit 15 angeordnet.

[0026] Zur Überwachung des Wandsägesystems 10 und des Bearbeitungsprozesses ist eine Sensoreinrichtung mit mehreren Sensorelementen vorgesehen. Ein erstes Sensorelement 32 ist als Schwenkwinkelsensor und ein zweites Sensorelement 33 als Wegsensor ausgebildet. Der Schwenkwinkelsensor 32 misst den aktuellen Schwenkwinkel des Sägearms 17 und der Wegsensor 33 misst die aktuelle Position des Sägekopfes 14 auf der Führungsschiene 11. Die Messgrößen werden vom Schwenkwinkelsensor 32 und Wegsensor 33 an die Kontrolleinheit 29 übermittelt und zur Steuerung der Wandsäge 12 herangezogen.

[0027] Die Fernbedienung 13 umfasst ein Gerätegehäuse 35, eine Eingabeeinrichtung 36, eine Anzeigeeinrichtung 37 und eine Kontrolleinheit 38, die im Inneren des Gerätegehäuses 35 angeordnet ist. Die Kontrolleinheit 38 wandelt die Eingaben der Eingabeeinrichtung 36 in Steuerbefehle und Daten um, die über eine erste Kommunikationsverbindung an die Wandsäge 12 übermittelt werden. Die erste Kommunikationsverbindung ist als draht- und kabellose Kommunikationsverbindung 41 oder als Kommunikationskabel 42 ausgebildet. Die draht- und kabellose Kommunikationsverbindung ist im Ausführungsbeispiel als Funkverbindung 41 ausgebildet, die zwischen einer ersten Funkeinheit 43 an der Fernbedienung 13 und einer zweiten Funkeinheit 44 am Werkzeuggerät 12 entsteht. Alternativ kann die draht- und kabellose Kommunikationsverbindung 41 in Form einer Infrarot-, Bluetooth-, WLAN- oder Wi-Fi-Verbindung ausgebildet sein.

[0028] FIGN. 2A, B zeigen die Führungsschiene 11 und die Wandsäge 12 des Wandsägesystems 10 der

FIG. 1 beim Erstellen eines Trennschnittes 51 im Werkstück 24 der Werkstückdicke d . Der Trennschnitt 51 weist eine Endtiefe T auf und verläuft in Vorschubrichtung 28 zwischen einem ersten Endpunkt E_1 und einem zweiten Endpunkt E_2 . Als X -Richtung ist eine Richtung parallel zur Vorschubrichtung 28 definiert, wobei die positive X -Richtung vom ersten Endpunkt E_1 zum zweiten Endpunkt E_2 gerichtet ist, und als Y -Richtung ist eine Richtung senkrecht zur X -Richtung in die Tiefe des Werkstückes 24 definiert.

[0029] Der Endpunkt eines Trennschnittes kann als freier Endpunkt ohne Hindernis oder als Hindernis definiert sein. Dabei können beide Endpunkte als freie Endpunkte ohne Hindernis, beide Endpunkte als Hindernis oder ein Endpunkt als freier Endpunkt und der andere Endpunkt als Hindernis definiert sein. An einem freien Endpunkt ohne Hindernis kann ein Überschneiden erlaubt sein. Durch das Überschneiden erreicht die Schnitttiefe am Endpunkt die Endtiefe T des Trennschnittes. Im Ausführungsbeispiel der FIG. 2A, B bilden die Endpunkte E_1 , E_2 freie Endpunkte ohne Hindernis, wobei am freien ersten Endpunkt E_1 ein Überschneiden nicht zulässig ist und am zweiten Endpunkt E_2 ein Überschneiden erfolgt ist.

[0030] FIG. 2A zeigt den Sägekopf 14 in einer Montageposition X_0 und den Sägearm 17 in einer Grundposition von 0° . Der Sägekopf 14 wird vom Bediener mittels des Führungsschlittens 26 in der Montageposition X_0 auf der Führungsschiene 11 positioniert. Die Montageposition X_0 des Sägekopfes 14 liegt zwischen dem ersten und zweiten Endpunkt E_1 , E_2 und ist durch die Position der Schwenkachse 23 in Vorschubrichtung 28 bestimmt. Die Position der Schwenkachse 23 eignet sich besonders als Referenzposition X_{Ref} für die Positionsüberwachung des Sägekopfes 14 und die Steuerung der Wandsäge 12, da die X -Position der Schwenkachse 23 auch während der Schwenkbewegung des Sägearms 17 unverändert bleibt. Alternativ kann eine andere X -Position am Sägekopf 14 als Referenzposition festgelegt werden, wobei in diesem Fall zusätzlich der Abstand in X -Richtung zur Schwenkachse 23 bekannt sein muss.

[0031] Die X -Positionen des ersten und zweiten Endpunktes E_1 , E_2 sind im Ausführungsbeispiel durch die Eingabe von Teillängen festgelegt. Der Abstand zwischen der Montageposition X_0 und dem ersten Endpunkt E_1 bestimmt eine erste Teillänge L_1 und der Abstand zwischen der Montageposition X_0 und dem zweiten Endpunkt E_2 eine zweite Teillänge L_2 . Alternativ können die X -Positionen der Endpunkte E_1 , E_2 durch die Eingabe einer Teillänge (L_1 oder L_2) und einer Gesamtlänge L als Abstand zwischen den Endpunkten E_1 , E_2 festgelegt werden.

[0032] Der Trennschnitt 51 wird in mehreren Teilschnitten erstellt, bis die gewünschte Endtiefe T erreicht ist. Die Teilschnitte zwischen dem ersten und zweiten Endpunkt E_1 , E_2 werden als Hauptschnitte definiert und die Schnittfolge der Hauptschnitte als Hauptschnittfolge. An den Endpunkten des Trennschnittes kann eine zusätzliche

Eckenbearbeitung durchgeführt werden, die bei einem Hindernis als Hindernisbearbeitung und bei einem freien Endpunkt mit Überschneiden als Überschneidbearbeitung bezeichnet wird.

[0033] Die Hauptschnittfolge kann vom Bediener festgelegt werden oder die Kontrolleinheit des Wandsägesystems legt die Hauptschnittfolge abhängig von mehreren Randbedingungen fest. Üblicherweise wird der erste Hauptschnitt, der auch als Vorschnitt bezeichnet wird, mit einer reduzierten Schnitttiefe und einer reduzierten Leistung des Antriebsmotors ausgeführt, um ein Polieren des Sägeblattes zu verhindern. Die weiteren Hauptschnitte werden in der Regel mit der gleichen Schnitttiefe ausgeführt, können aber auch unterschiedliche Schnitttiefen aufweisen. Zu den Randbedingungen, die von einem Bediener üblicherweise festgelegt werden, gehören die Schnitttiefe des Vorschnittes, die Leistung des Vorschnittes und die maximale Schnitttiefe der weiteren Hauptschnitte. Aus diesen Randbedingungen kann die Kontrolleinheit die Hauptschnittfolge bestimmen.

[0034] Die Hauptschnitte eines Trennschnittes werden mit einem Sägeblattdurchmesser oder mit zwei oder mehr Sägeblattdurchmessern durchgeführt. Wenn mehrere Sägeblätter eingesetzt werden, beginnt die Bearbeitung in der Regel mit dem kleinsten Sägeblattdurchmesser. Um das Sägeblatt 16 am Sägearm 17 montieren zu können, muss das Sägeblatt 16 in der Grundposition des Sägearms 17 oberhalb des Werkstückes 24 angeordnet sein. Ob diese Randbedingung erfüllt ist, hängt von zwei gerätespezifischen Größen des Wandsägesystems 10 ab, zum einen von einem senkrechten Abstand Δ zwischen der Schwenkachse 23 des Sägearms 17 und einer Oberseite 53 des Werkstückes 24 und zum anderen von einer Sägearmlänge δ des Sägearms 17, die als Abstand zwischen der Drehachse 19 des Sägeblattes 16 und der Schwenkachse 23 des Sägearms 17 definiert ist. Wenn die Summe dieser beiden gerätespezifischen Größen grösser als der halbe Sägeblattdurchmesser $D/2$ ist, ist das Sägeblatt 16 in der Grundposition oberhalb des Werkstückes 24 angeordnet. Die Sägearmlänge δ ist eine feste gerätespezifische Größe der Wandsäge 12, wohingegen der senkrechte Abstand Δ zwischen der Schwenkachse 23 und der Oberfläche 53 neben der Geometrie der Wandsäge 12 auch von der Geometrie der verwendeten Führungsschiene 11 abhängt.

[0035] Das Sägeblatt 16 ist auf einem Flansch am Sägearm 17 befestigt und wird im Sägebetrieb vom Antriebsmotor 18 um die Drehachse 19 angetrieben. In der Grundposition des Sägearms 17, die in FIG. 2A dargestellt ist, beträgt der Schwenkwinkel 0° und die Drehachse 19 des Sägeblattes 16 liegt in Tiefenrichtung 52 oberhalb der Schwenkachse 23. Das Sägeblatt 16 wird durch eine Schwenkbewegung des Sägearms 17 um die Schwenkachse 23 aus der Grundposition bei 0° in das Werkstück 24 hineinbewegt. Während der Schwenkbewegung des Sägearms 17 wird das Sägeblatt 16 vom Antriebsmotor 18 um die Drehachse 19 angetrieben.

[0036] Zum Schutz des Bedieners soll das Sägeblatt

16 während des Betriebes vom Blattschutz 21 umgeben sein. Die Wandsäge 12 wird mit Blattschutz 21 oder ohne Blattschutz 21 betrieben. Zur Bearbeitung des Trennschnittes im Bereich der Endpunkte E_1 , E_2 kann beispielsweise eine Demontage des Blattschutzes 21 vorgesehen sein. Wenn zur Bearbeitung des Trennschnittes verschiedene Sägeblattdurchmesser eingesetzt werden, werden in der Regel auch verschiedene Blattschutze mit entsprechenden Blattschutzbreiten eingesetzt.

[0037] FIG. 2B zeigt den Sägearm 17, der in einer negativen Drehrichtung 54 unter einem negativen Schwenkwinkel $-\alpha$ geneigt ist. Der Sägearm 17 ist in der negativen Drehrichtung 54 zwischen Schwenkwinkeln von 0° bis -180° verstellbar und in einer, zur negativen Drehrichtung 54 entgegen gerichteten, positiven Drehrichtung 55 zwischen Schwenkwinkeln von 0° bis $+180^\circ$ verstellbar. Die in FIG. 2B dargestellte Anordnung des Sägearms 17 wird als ziehende Anordnung bezeichnet, wenn der Sägekopf 14 in eine positive Vorschubrichtung 56 bewegt wird. Wird der Sägekopf 14 in eine, zur positiven Vorschubrichtung 56 entgegen gerichtete, negative Vorschubrichtung 57 bewegt, wird die Anordnung des Sägearms 17 als stoßende Anordnung bezeichnet.

[0038] Bei einem Schwenkwinkel von $\pm 180^\circ$ wird die maximale Eindringtiefe des Sägeblattes 16 in das Werkstück 24 erreicht. Durch die Schwenkbewegung des Sägearms 17 um die Schwenkachse 23 wird die Position der Drehachse 19 in X-Richtung und in Y-Richtung verschoben. Dabei ist die Verschiebung der Drehachse 19 von der Sägearmlänge δ und dem Schwenkwinkel α des Sägearms 17 abhängig. Der Verschiebeweg δ_x in X-Richtung beträgt $\delta \cdot \sin(\pm\alpha)$ und der Verschiebeweg δ_y in Y-Richtung beträgt $\delta \cdot \cos(\pm\alpha)$.

[0039] Das Sägeblatt 16 erzeugt im Werkstück 24 einen Schneidkeil in Form eines Kreissegmentes mit einer Höhe h und einer Breite b . Die Höhe h des Kreissegmentes entspricht der Eindringtiefe des Sägeblattes 16 in das Werkstück 24. Für die Eindringtiefe h gilt der Zusammenhang $D/2 = h + \Delta + \delta \cdot \cos(\alpha)$, wobei D den Sägeblattdurchmesser, h die Eindringtiefe des Sägeblattes 16, Δ den senkrechten Abstand zwischen der Schwenkachse 23 und der Oberseite 53 des Werkstückes 24, δ die Sägearmlänge und α den ersten Schwenkwinkel bezeichnen, und für die Breite b gilt der Zusammenhang $b^2 = D/2 \cdot 8h - 4h^2 = 4Dh - 4h^2 = 4h \cdot (D - h)$, wobei h die Eindringtiefe des Sägeblattes 16 in das Werkstück 24 und D den Sägeblattdurchmesser bezeichnen.

[0040] Die Steuerung der Wandsäge 12 während des Trennschnittes ist davon abhängig, ob die Endpunkte als Hindernisse definiert sind, und bei einem Hindernis, ob die Bearbeitung mit Blattschutz 21 oder ohne Blattschutz 21 erfolgt. Bei einem freien Endpunkt ohne Hindernis erfolgt die Steuerung der Wandsäge 12 beim erfindungsgemäßen Verfahren über obere Austrittspunkte des Sägeblattes 16 an der Oberseite 53 des Werkstückes 24. Die oberen Austrittspunkte des Sägeblattes 16 lassen sich aus der Referenzposition X_{Ref} der Schwenkachse

23 in X-Richtung, dem Verschiebeweg δ_x der Drehachse 19 in X-Richtung und der Breite b berechnen. Ein, dem ersten Endpunkt E_1 zugewandter, oberer Austrittspunkt wird als erster oberer Austrittspunkt 58 bezeichnet und ein, dem zweiten Endpunkt E_2 zugewandter, oberer Austrittspunkt als zweiter oberer Austrittspunkt 59. Für den ersten oberen Austrittspunkt 58 gilt $X(58) = X_{Ref} + \delta_x - b/2$ und für den zweiten oberen Austrittspunkt 59 gilt $X(59) = X_{Ref} + \delta_x + b/2$ mit $b = \sqrt{[h \cdot (D - h)]}$ und $h = h(\alpha, D)$.

[0041] Wenn die Endpunkte E_1 , E_2 als Hindernisse definiert sind, ist ein Überfahren der Endpunkte E_1 , E_2 mit der Wandsäge 12 nicht möglich. In diesem Fall erfolgt die Steuerung der Wandsäge 12 beim erfindungsgemäßen Verfahren über die Referenzposition X_{Ref} der Schwenkachse 23 und die Begrenzung der Wandsäge 12. Dabei wird zwischen einer Bearbeitung ohne Blattschutz 21 und einer Bearbeitung mit Blattschutz 21 unterschieden.

[0042] FIGN. 3A, B zeigen das Wandsägesystem 10 beim Erstellen eines Trennschnittes zwischen dem ersten Endpunkt E_1 und dem zweiten Endpunkt E_2 , die als Hindernisse definiert sind, wobei die Bearbeitung ohne Blattschutz 21 erfolgt. Bei der Bearbeitung ohne Blattschutz 21 bilden eine erste Sägeblattkante 61, die dem ersten Endpunkt E_1 zugewandt ist, und eine zweite Sägeblattkante 62, die dem zweiten Endpunkt E_2 zugewandt ist, die Begrenzung der Wandsäge 12.

[0043] Die X-Positionen der ersten und zweiten Sägeblattkante 61, 62 in X-Richtung lassen sich aus der Referenzposition X_{Ref} der Schwenkachse 23, dem Verschiebeweg δ_x der Drehachse 19 und dem Sägeblattdurchmesser D berechnen. FIG. 3A zeigt die Wandsäge 12 mit dem, in der negativen Drehrichtung 54 unter einem negativen Schwenkwinkel $-\alpha$ (0° bis -180°) geneigten Sägearm 17. Für die erste Sägeblattkante 61 gilt $X(61) = X_{Ref} + \delta \cdot \sin(-\alpha) - D/2$ und für die zweite Sägeblattkante 62 gilt $X(62) = X_{Ref} + \delta \cdot \sin(-\alpha) + D/2$. FIG. 3B zeigt die Wandsäge 12 mit dem, in der positiven Drehrichtung 55 unter einem positiven Schwenkwinkel α (0° bis $+180^\circ$), geneigten Sägearm 17. Für die erste Sägeblattkante 61 gilt $X(61) = X_{Ref} + \delta \cdot \sin(\alpha) - D/2$ und für die zweite Sägeblattkante 62 gilt $X(62) = X_{Ref} + \delta \cdot \sin(\alpha) + D/2$.

[0044] FIGN. 4A, B zeigen das Wandsägesystem 10 beim Erstellen eines Trennschnittes zwischen dem ersten Endpunkt E_1 und dem zweiten Endpunkt E_2 , die als Hindernisse definiert sind, wobei die Bearbeitung mit Blattschutz 21 erfolgt. Bei der Bearbeitung ohne Blattschutz 21 bilden eine erste Blattschutzkante 71, die dem ersten Endpunkt E_1 zugewandt ist, und eine zweite Blattschutzkante 72, die dem zweiten Endpunkt E_2 zugewandt ist, die Begrenzung der Wandsäge 12.

[0045] Die X-Positionen der ersten und zweiten Blattschutzkante 71, 72 in X-Richtung lassen sich aus der Referenzposition X_{Ref} der Schwenkachse 23, dem Verschiebeweg δ_x der Drehachse 19 und der Blattschutzbreite B berechnen. FIG. 4A zeigt die Wandsäge 12 mit dem, unter einem negativen Schwenkwinkel $-\alpha$ (0° bis -180°), geneigten Sägearm 17 und dem montierten Blatt-

schutz 21 der Blattschutzbreite B. Bei einem asymmetrischen Blattschutz werden vor dem Start der gesteuerten Bearbeitung die Abstände der Drehachse 19 zu den Blattschutzkanten 71, 72 bestimmt, wobei der Abstand zur ersten Blattschutzkante 71 als erster Abstand B_a und der Abstand zur zweiten Blattschutzkante 72 als zweiter Abstand B_b bezeichnet werden.

[0046] Für die erste Blattschutzkante 71 gilt $X(71) = X_{Ref} + \delta \cdot \sin(\alpha) - B_a$ und für die zweite Blattschutzkante 72 gilt $X(72) = X_{Ref} + \delta \cdot \sin(\alpha) + B_b$. FIG. 4B zeigt die Wandsäge 12 mit dem, unter einem positiven Schwenkwinkel α (0° bis $+180^\circ$), geneigten Sägearm 17 und dem montierten Blattschutz 21 der Blattschutzbreite B. Für die erste Blattschutzkante 71 gilt $X(71) = X_{Ref} + \delta \cdot \sin(\alpha) - B_a$ und für die zweite Blattschutzkante 72 gilt $X(72) = X_{Ref} + \delta \cdot \sin(\alpha) + B_b$.

[0047] FIGN. 2A, B zeigen einen Trennschnitt zwischen zwei Endpunkten E_1 , E_2 , die als freie Endpunkte ohne Hindernis definiert sind, und FIGN. 3A, B und 4A, B zeigen einen Trennschnitt zwischen zwei Endpunkten E_1 , E_2 , die als Hindernisse definiert sind. In der Praxis sind auch Trennschnitte möglich, bei denen ein Endpunkt als Hindernis definiert ist und der andere Endpunkt einen freien Endpunkt ohne Hindernis darstellt, wobei die Steuerung der Wandsäge beim freien Endpunkt über den oberen Austrittspunkt des Sägeblattes erfolgt und beim Hindernis über die Sägeblattkante (Bearbeitung ohne Blattschutz 21) oder die Blattschutzkante (Bearbeitung mit Blattschutz 21).

[0048] Der erste obere Austrittspunkt 58, die erste Sägeblattkante 61 und die erste Blattschutzkante 71 werden unter dem Begriff "erste Begrenzung" der Wandsäge 12 zusammen gefasst und der zweite obere Austrittspunkt 59, die zweite Sägeblattkante 62 und die zweite Blattschutzkante 72 werden unter dem Begriff "zweite Begrenzung" zusammen gefasst.

[0049] FIGN. 5A-N zeigen das Wandsägesystem 10 der FIG. 1 mit der Führungsschiene 11 und der Wandsäge 12 beim Erstellen eines Trennschnittes der Endtiefe T im Werkstück 24 zwischen dem ersten Endpunkt E_1 , der als Hindernis definiert ist, und dem zweiten Endpunkt E_2 , der als Hindernis definiert ist.

[0050] Der Trennschnitt umfasst eine Hauptschnittfolge von mehreren Hauptschnitten, die zwischen dem ersten Endpunkt E_1 und dem zweiten Endpunkt E_2 durchgeführt werden, eine erste Eckenschnittfolge für den ersten Endpunkt E_1 und eine zweite Eckenschnittfolge für den zweiten Endpunkt E_2 .

[0051] Die Hauptschnittfolge umfasst einen ersten Hauptschnitt mit einem ersten Hauptschnittwinkel α_1 des Sägearms 17, einem ersten Durchmesser D_1 des verwendeten Sägeblattes und einer ersten Breite B_1 des verwendeten Blattschutzes, einem zweiten Hauptschnitt mit einem zweiten Hauptschnittwinkel α_2 des Sägearms 17, einem zweiten Durchmesser D_2 des verwendeten Sägeblattes und einer zweiten Breite B_2 des verwendeten Blattschutzes sowie einen dritten Hauptschnitt mit einem dritten Hauptschnittwinkel α_3 des Sägearms 17,

einem dritten Durchmesser D_3 des verwendeten Sägeblattes und einer dritten Breite B_2 des verwendeten Blattschutzes.

[0052] Der erste, zweite und dritte Hauptschnitt werden im Ausführungsbeispiel mit dem Sägeblatt 16 und dem zugehörigen Blattschutz 21 durchgeführt. Daher stimmen die Durchmesser D_1 , D_2 , D_3 der Hauptschnitte mit dem Sägeblattdurchmesser D des Sägeblattes 16 überein, ebenso stimmen die Breiten B_1 , B_2 , B_3 der Hauptschnitte mit der Blattschutzbreite B des symmetrischen Blattschutzes überein. Alternativ können die Hauptschnitte von mehreren Sägeblättern mit unterschiedlichen Sägeblattdurchmessern durchgeführt werden. Bei der Bearbeitung mit mehreren Sägeblättern umfasst das erfindungsgemäße Verfahren einen Verfahrensabschnitt zum Wechsel des Sägeblattes auf einen anderen Sägeblattdurchmesser.

[0053] Für die Bearbeitung der Hauptschnitte eignen sich drei Verfahrensvarianten, die sich voneinander hinsichtlich der Bearbeitungsqualität des Trennschnittes und der notwendigen Bearbeitungszeit unterscheiden; die Steuerung der Wandsäge bei der Ausführung der Hauptschnittfolge ist nicht Teil des erfindungsgemäßen Verfahrens. Abhängig von den Anforderungen an den Trennschnitt legt der Bediener vor dem Start der gesteuerten Bearbeitung fest, welche Verfahrensvariante für die Hauptschnittfolge genutzt wird. Bei der ersten Verfahrensvariante werden die Hauptschnitte mit einem ziehend angeordneten Sägearm 17 durchgeführt. Die ziehende Anordnung des Sägearms 17 ermöglicht eine stabile Führung des Sägeblattes 16 bei der Bearbeitung und einen schmalen Schnittspalt. Bei der zweiten und dritten Verfahrensvariante wird der Sägearm 17 abwechselnd ziehend und stoßend angeordnet, wobei der erste Hauptschnitt in ziehender Anordnung durchgeführt wird. Ein Trennschnitt, bei dem der Sägearm 17 abwechselnd ziehend und stoßend angeordnet wird, hat den Vorteil, dass die zum Positionieren des Sägekopfes 14 und Umschwenken des Sägearms 17 notwendigen Nebenzeiten gegenüber einer ziehenden Anordnung reduziert sind.

[0054] In jedem Hauptschnitt der ersten Verfahrensvariante folgen aufeinander ein Positionieren des Sägekopfes 14, eine Schwenkbewegung des Sägearms 17 in den Hauptschnittwinkel, ein Bearbeiten in einer ersten Vorschubrichtung, ein Anhalten des Sägekopfes 14, ein Umschwenken des Sägearms 17 in den negativen Hauptschnittwinkel und ein Bearbeiten des Hauptschnittes in einer zweiten, entgegen gerichteten Vorschubrichtung. In jedem Hauptschnitt der zweiten Verfahrensvariante folgen aufeinander ein Positionieren des Sägekopfes 14, eine Schwenkbewegung des Sägearms 17 in den Hauptschnittwinkel, ein Bearbeiten in einer Vorschubrichtung sowie ein Anhalten des Sägekopfes 14 in einer Position, in der der obere Austrittspunkt mit dem Endpunkt zusammenfällt. Die dritte Verfahrensvariante unterscheidet sich von der zweiten Verfahrensvariante dadurch, dass der letzte Verfahrensschritt eines Hauptschnittes (Anhalten) und der erste Verfahrensschritt des

folgenden Hauptschnittes (Positionieren) zusammengefasst werden. Der Sägekopf 14 wird in einer Position angehalten, die so berechnet ist, dass der obere Austrittspunkt nach der Schwenkbewegung des Sägearms 17 in den Hauptschnittwinkel des folgenden Hauptschnittes mit dem Endpunkt zusammenfällt.

[0055] Im Ausführungsbeispiel werden die Hauptschnitte der Hauptschnittfolge mit einem Sägearm 17 durchgeführt, der abwechselnd ziehend und stoßend angeordnet wird. Die Bearbeitung des Trennschnittes beginnt am ersten Endpunkt E_1 . Nach dem Start der gesteuerten Bearbeitung wird der Sägekopf 14 in eine Startposition X_{Start} positioniert, in der die Schwenkachse 23 einen Abstand von $B/2 - \delta \cdot \sin(-\alpha_1)$ zum ersten Endpunkt E_1 aufweist. In der Startposition X_{Start} wird der Sägearm 17 aus der Grundposition bei 0° in der negativen Drehwinkel 54 in den negativen ersten Hauptschnittwinkel $-\alpha_1$ geschwenkt. Nach der Schwenkbewegung in den negativen ersten Hauptschnittwinkel $-\alpha_1$ fällt die erste Blattschutzkante 71 des Blattschutzes 21 mit dem ersten Endpunkt E_1 zusammen.

[0056] Der Sägekopf 14 wird mit dem, unter dem negativen ersten Hauptschnittwinkel $-\alpha_1$, geneigten Sägearm 17 und dem rotierenden Sägeblatt 16 in der positiven Vorschubrichtung 56 verfahren (FIG. 5A). Während der Vorschubbewegung wird die Position des Sägekopfes 14 regelmäßig vom Wegsensor 33 gemessen. Die Vorschubbewegung des Sägekopfes 14 wird angehalten, wenn die Schwenkachse 23 einen Abstand zum zweiten Endpunkt E_2 von $B/2 + \delta \cdot \sin(-\alpha_1)$ aufweist. In dieser Position fällt die, dem zweiten Endpunkt E_2 zugewandte, zweite Blattschutzkante 72 mit dem zweiten Endpunkt E_2 zusammen und der erste Hauptschnitt ist beendet. Für den zweiten Hauptschnitt wird der Sägekopf 14 in Vorschubrichtung 28 so positioniert, dass die Schwenkachse 23 einen Abstand zum zweiten Endpunkt E_2 von $B + \delta \cdot \sin(-\alpha_2)$ aufweist. In dieser Position wird der Sägearm 17 aus dem negativen ersten Hauptschnittwinkel $-\alpha_1$ in den negativen zweiten Hauptschnittwinkel $-\alpha_2$ geschwenkt. Bei der Positionierung wird der Abstand so eingestellt, dass die, dem zweiten Endpunkt E_2 zugewandte, zweite Blattschutzkante 72 nach der Schwenkbewegung des Sägearms 17 in den negativen zweiten Hauptschnittwinkel $-\alpha_2$ mit dem zweiten Endpunkt E_2 zusammenfällt (FIG. 5B).

[0057] Nach der Schwenkbewegung in den negativen zweiten Hauptschnittwinkel $-\alpha_2$ wird der Sägekopf 14 in der negativen Vorschubrichtung 57 auf den ersten Endpunkt E_1 zu bewegt, wobei die Position des Sägekopfes 14 während der Vorschubbewegung vom Wegsensor 33 regelmäßig gemessen wird. Die Vorschubbewegung des Sägekopfes 14 wird angehalten, wenn die Schwenkachse 23 einen Abstand von $B/2 - \delta \cdot \sin(-\alpha_2)$ zum ersten Endpunkt E_1 aufweist. In dieser Position grenzt die erste Blattschutzkante 71 an den ersten Endpunkt E_1 an und der zweite Hauptschnitt ist beendet (FIG. 5C). Nach dem zweiten Hauptschnitt wird der Sägekopf 14 in Vorschubrichtung 28 so positioniert, dass die Schwenkachse 23

einen Abstand zum ersten Endpunkt E_1 von $\sqrt{[h_3 \cdot (D_3 - h_3)] - \delta \cdot \sin(-\alpha_3)}$ aufweist, wobei $h_3 = h(-\alpha_3, D_3) = D_3/2 - \Delta - \delta \cdot \cos(-\alpha_3)$ die Eindringtiefe des verwendeten Sägeblattes 16 in das Werkstück 24 beim negativen dritten Hauptschnittwinkel $-\alpha_3$ mit dem dritten Durchmesser D_3 , der dem Sägeblattdurchmesser D entspricht, bezeichnet (FIG. 5D). In dieser Position wird der Sägearm 17 aus dem negativen zweiten Hauptschnittwinkel $-\alpha_2$ in den negativen dritten Hauptschnittwinkel $-\alpha_3$ geschwenkt (FIG. 5E).

[0058] Der dritte Hauptschnitt stellt den letzten Hauptschnitt der Hauptschnittfolge dar und vor der Bearbeitung des letzten Hauptschnittes erfolgt die Eckenbearbeitung des ersten Endpunktes E_1 . Zur Eckenbearbeitung des ersten Endpunktes E_1 wird der Blattschutz 21 entfernt, um möglichst viel Material bei der Eckenbearbeitung abzutragen. Die Wandsäge 12 wird von der Kontrolleinheit 29 in eine Parkposition bewegt und der Sägearm 17 wird aus dem negativen dritten Hauptschnittwinkel $-\alpha_3$ in die Grundposition bei 0° geschwenkt (FIG. 5F). Der Blattschutz 21 wird in der Parkposition von der Wandsäge 12 demontiert (FIG. 5G).

[0059] Vor dem Start der gesteuerten Bearbeitung des Trennschnittes wird beim erfindungsgemäßen Verfahren die erste Eckenschnittfolge für den ersten Endpunkt E_1 festgelegt. Die erste Eckenschnittfolge umfasst im Ausführungsbeispiel einen ersten Eckenschnitt mit einem ersten Eckenschnittwinkel $-\varphi_{1,1}$ des Sägearms 17 und einem ersten Durchmesser $D_{1,1}$ des verwendeten Sägeblattes sowie einen zweiten Eckenschnitt mit einem zweiten Eckenschnittwinkel $-\varphi_{1,2}$ des Sägearms 17 und einem zweiten Durchmesser $D_{1,2}$ des verwendeten Sägeblattes, wobei der zweite Eckenschnittwinkel $-\varphi_{1,2}$ dem negativen dritten Hauptschnittwinkel $-\alpha_3$ entspricht. Beim Eckenwinkel kennzeichnet der erste Index, ob die Eckenbearbeitung am ersten oder zweiten Endpunkt E_1, E_2 erfolgt, wobei der Index "1" für den ersten Endpunkt E_1 und der Index "2" für den zweiten Endpunkt E_2 steht. Der zweite Index kennzeichnet den Schritt und variiert von 1 bis n , $n \geq 2$. Die Eckenbearbeitung des ersten Endpunktes E_1 erfolgt mit dem Sägeblatt 16 und die Durchmesser $D_{1,1}$ und $D_{1,2}$ stimmen mit dem Sägeblattdurchmesser D überein.

[0060] Vor dem Start der gesteuerten Bearbeitung werden beim erfindungsgemäßen Verfahren eine erste Anfangsposition und eine erste Endposition für die Eckenbearbeitung des ersten Endpunktes E_1 festgelegt. Die erste Anfangsposition wird so berechnet, dass die Schwenkbewegung in alle Eckenschnittwinkel $-\varphi_{1,1}, -\varphi_{1,2}$ der ersten Eckenschnittfolge vor dem ersten Endpunkt E_1 erfolgt und der erste Endpunkt E_1 nicht überschritten wird. In der ersten Endposition weist die Schwenkachse 23 eine Ortskoordinate von $X(E_1) + D_3/2 - \delta \cdot \sin(\pm\alpha_3)$ für $|\alpha_3| \leq \alpha_{\text{krit}}$ und $X(E_1) + D_3/2 - \delta \cdot \sin(\pm\alpha_{\text{krit}})$ für $\alpha_{\text{krit}} < |\alpha_3|$. Der kritische Winkel beträgt bei der ersten Eckenbearbeitung -90° und der negative dritte Hauptschnittwinkel $-\alpha_3$ ist kleiner -90° , so dass die erste Endposition mit dem kritischen Winkel von -90° berech-

net wird. Die Schwenkachse 23 weist in der ersten Endposition eine Ortskoordinate von $X(E_1) + D_3/2 - \delta \cdot \sin(-90^\circ) = X(E_1) + D_3/2 + \delta$ auf.

[0061] Die Wandsäge 12 wird aus der Parkposition in die erste Anfangsposition positioniert und in der ersten Anfangsposition in den ersten Eckenschnittwinkel $-\varphi_{1,1}$ geschwenkt (FIG. 5H). Mit dem, unter dem ersten Eckenschnittwinkel $-\varphi_{1,1}$ geneigten, Sägearm 17 wird der Sägekopf 14 in der negativen Vorschubrichtung 57 verfahren, bis die Schwenkachse 23 die erste Endposition erreicht hat (FIG. 5I). Anschließend wird der Sägekopf 14 in die erste Anfangsposition zurückversetzt (FIG. 5J), der Sägearm 17 in den zweiten Eckenschnittwinkel $-\varphi_{1,2}$ geschwenkt (FIG. 5K) und der Sägekopf 14 mit dem unter $-\varphi_{1,2}$ geneigten Sägearm 17 in der negativen Vorschubrichtung 57 verfahren, bis die Schwenkachse 23 die erste Endposition erreicht hat (FIG. 5L).

[0062] Nach der Eckenschnittbearbeitung des ersten Endpunktes E_1 wird der dritte Hauptschnitt mit dem, unter dem negativen dritten Hauptschnittwinkel $-\alpha_3$ geneigten, Sägearm 17 in der positiven Vorschubrichtung 56 ausgeführt (FIG. 5M). Bei einem leistungsstarken Antriebsmotor für das Sägeblatt 16 kann der dritte Hauptschnitt ohne Blattschutz durchgezogen werden, bis die zweite Sägeblattkante 62 des Sägeblattes 16 an den zweiten Endpunkt E_2 angrenzt. Die Vorschubbewegung des Sägekopfes 14 wird angehalten, wenn die Schwenkachse 23 einen Abstand von $D/2 + \delta \cdot \sin(-\alpha_3)$ zum zweiten Endpunkt E_2 aufweist (FIG. 5N).

[0063] Bei leistungsschwächeren Antriebsmotoren kann es vorteilhaft die Eckenbearbeitung des zweiten Endpunktes ebenfalls in mehreren Eckenschnitten durchzuführen. Vor dem Start der gesteuerten Bearbeitung des Trennschnittes wird beim erfindungsgemäßen Verfahren die zweite Eckenschnittfolge für den zweiten Endpunkt E_2 festgelegt. Die zweite Eckenschnittfolge umfasst einen ersten Eckenschnitt mit einem ersten Eckenschnittwinkel $\varphi_{2,1}$ des Sägearms 17 und einem ersten Durchmesser $D_{2,1}$ des verwendeten Sägeblattes sowie einen zweiten Eckenschnitt mit einem zweiten Eckenschnittwinkel $\varphi_{2,2}$ des Sägearms 17 und einem zweiten Durchmesser $D_{2,2}$ des verwendeten Sägeblattes, wobei der zweite Eckenschnittwinkel $\varphi_{2,2}$ dem positiven dritten Hauptschnittwinkel α_3 entspricht. Die Eckenbearbeitung des zweiten Endpunktes E_2 erfolgt mit dem Sägeblatt 16 und die Durchmesser $D_{2,1}$ und $D_{2,2}$ stimmen mit dem Sägeblattdurchmesser D überein.

[0064] Vor dem Start der gesteuerten Bearbeitung werden beim erfindungsgemäßen Verfahren eine zweite Anfangsposition und eine zweite Endposition festgelegt. Die zweite Anfangsposition wird so berechnet, dass die Schwenkbewegung in alle Eckenschnittwinkel $\varphi_{2,1}$, $\varphi_{2,2}$ der zweiten Eckenschnittfolge vor dem zweiten Endpunkt E_2 erfolgt und der zweite Endpunkt E_2 nicht überschritten wird. Der Sägekopf 14 wird nach dem Ende des dritten Hauptschnittes in die zweite Anfangsposition verfahren und der Sägearm 17 wird in der zweiten Anfangsposition in den ersten Eckenschnittwinkel $\varphi_{2,1}$ ge-

schwenkt. Mit dem, unter dem ersten Eckenschnittwinkel $\varphi_{2,1}$ geneigten, Sägearm 17 wird der Sägekopf 14 in der positiven Vorschubrichtung 56 verfahren, bis die Schwenkachse 23 die zweite Endposition erreicht hat.

5 Nach dem Abtragen im ersten Eckenschnitt wird der Sägekopf 14 in die zweite Anfangsposition zurückversetzt, der Sägearm 17 in der zweiten Anfangsposition in den zweiten Eckenschnittwinkel $\varphi_{2,2}$ geschwenkt und der Sägekopf 14 mit dem geneigten Sägearm 17 in der positiven Vorschubrichtung 56 in die zweite Endposition verfahren. Der Sägekopf 14 wird nach dem Ende der zweiten Eckenschnittfolge in eine Parkposition verfahren und der Sägearm 17 in der Parkposition aus dem zweiten Eckenschnittwinkel $\varphi_{2,2}$ in die Grundposition bei 0° geschwenkt.

10 **[0065]** Im Ausführungsbeispiel der FIG. 5A-N wurden die Schwenkbewegungen vom negativen ersten Hauptschnittwinkel $-\alpha_1$ in den negativen zweiten Hauptschnittwinkel $-\alpha_2$ und vom negativen zweiten Hauptschnittwinkel $-\alpha_2$ in den negativen dritten Hauptschnittwinkel $-\alpha_3$ in einem Schritt ausgeführt. Alternativ kann die Schwenkbewegung in den negativen zweiten Hauptschnittwinkel $-\alpha_2$ oder in den negativen dritten Hauptschnittwinkel $-\alpha_3$ in mehreren Schritten mit Zwischenwinkeln erfolgen. Die Entscheidung, wie viele Schritte erforderlich sind, hängt unter anderem von der Spezifikation des Sägeblattes 16, den Werkstoffeigenschaften des Werkstückes 24 sowie der Leistung und dem Drehmoment des Antriebsmotors 18 für das Sägeblatt ab. Die Zwischenwinkel können vom Bediener festgelegt werden oder die Kontrolleinheit 29 der Wandsäge 12 legt die Zwischenwinkel abhängig von verschiedenen Randbedingungen fest. Für das erfindungsgemäße Verfahren stellen die Hauptschnittwinkel der Hauptschnitte und mögliche Zwischenwinkel eine Eingangsgröße dar, die zur Steuerung der Wandsäge 12 genutzt wird.

15 **[0066]** Die erste Eckenschnittfolge für den ersten Endpunkt E_1 und die zweite Eckenschnittfolge für den zweiten Endpunkt E_2 weisen jeweils zwei Eckenschnitte auf. Alternativ können die Eckenschnittfolgen mehr als zwei Eckenschnitte aufweisen.

Patentansprüche

- 45
1. Verfahren zur Steuerung eines Wandsägesystems (10), das eine Führungsschiene (11) und eine Wandsäge (12) mit einem Sägekopf (14), einer motorischen Vorschubeinheit (15), die den Sägekopf (14) parallel zu einer Vorschubrichtung (28) entlang der Führungsschiene (11) verschiebt, mindestens einem Sägeblatt (16), das an einem, um eine Schwenkachse (23) schwenkbaren, Sägearm (17) des Sägekopfes (14) befestigt und um eine Drehachse (19) angetrieben wird, und mindestens einem, das Sägeblatt (16) umgebenden, lösbaren Blattschutz (21) umfasst, beim Erstellen eines Trennschnittes (51) der Endtiefe (T) in einem Werkstück
- 50
- 55

(24) der Werkstückdicke (d) zwischen einem ersten Endpunkt (E_1) und einem zweiten Endpunkt (E_2), wobei mindestens einer der Endpunkte als Hindernis (E_1, E_2) definiert ist, mit:

- vor dem Start einer von einer Kontrolleinheit (29) der Wandsäge (12) gesteuerten Bearbeitung werden zumindest der Sägeblattdurchmesser (D) des mindestens einen Sägeblattes (16), die Positionen des ersten und zweiten Endpunktes (E_1, E_2) in Vorschubrichtung (28), die Endtiefe (T) des Trennschnittes (51) und eine Hauptschnittfolge von m Hauptschnitten, $m \geq 2$ zwischen dem ersten und zweiten Endpunkt (E_1, E_2) bestimmt, wobei die Hauptschnittfolge zumindest einen vorletzten Hauptschnitt mit einem vorletzten Hauptschnittwinkel (α_{m-1}) des Sägearms (17) und einem vorletzten Durchmesser (D_{m-1}) des verwendeten Sägeblattes sowie einen letzten Hauptschnitt mit einem letzten Hauptschnittwinkel (α_m) des Sägearms (17) und einem letzten Durchmesser (D_m) des verwendeten Sägeblattes umfasst,

- während der von der Kontrolleinheit (29) gesteuerten Bearbeitung werden

- der vorletzte Hauptschnitt mit dem, unter dem vorletzten Hauptschnittwinkel ($\pm\alpha_{m-1}$), geneigten Sägearm (17) durchgeführt und
- der letzte Hauptschnitt mit dem, unter dem letzten Hauptschnittwinkel ($\pm\alpha_m$), geneigten Sägearm (17) durchgeführt, und

- vor dem Start der von der Kontrolleinheit (29) gesteuerten Bearbeitung werden zusätzlich zur Hauptschnittfolge für den mindestens einen als Hindernis definierten Endpunkt (E_1, E_2) eine Eckenschnittfolge mit Eckenschnitten festgelegt wird, wobei die Eckenschnittfolge zumindest einen ersten Eckenschnitt mit einem ersten Eckenschnittwinkel ($\pm\varphi_{1,1}, \pm\varphi_{2,1}$) des Sägearms (17) und einem ersten Durchmesser ($D_{1,1}, D_{2,1}$) des verwendeten Sägeblattes sowie einen zweiten Eckenschnitt mit einem zweiten Eckenschnittwinkel ($\pm\varphi_{1,2}, \pm\varphi_{2,2}$) des Sägearms (17) und einem zweiten Durchmesser ($D_{1,2}, D_{2,2}$) des verwendeten Sägeblattes umfasst,

dadurch gekennzeichnet, dass während der von der Kontrolleinheit (29) gesteuerten Bearbeitung die Eckenschnittfolge zwischen dem vorletzten Hauptschnitt und letzten Hauptschnitt durchgeführt wird oder die Eckenschnittfolge nach dem letzten Hauptschnitt durchgeführt wird und vor dem Start der von der Kontrolleinheit (29) gesteuerten Bearbeitung für die Eckenschnittfolge zusätzlich eine Anfangsposi-

tion und eine Endposition festgelegt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eckenschnittfolge eine Anzahl von n Eckenschnitten, $n \geq 2$ mit j-ten Eckenschnittwinkeln ($\pm\varphi_{1,j}, \pm\varphi_{2,j}$) des Sägearms (17) und j-ten Durchmessern ($D_{1,j}, D_{2,j}$) des verwendeten Sägeblattes, $j = 1$ bis n umfasst.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Start der von der Kontrolleinheit (29) gesteuerten Bearbeitung zusätzlich eine Sägearmlänge (δ) des Sägearms (17), die als Abstand zwischen der Schwenkachse (23) des Sägearms (17) und der Drehachse (19) des Sägeblattes (16) definiert ist, und ein Abstand (Δ) zwischen der Schwenkachse (23) und einer Oberseite (53) des Werkstückes (24) festgelegt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Endpunkt (E_1) als Hindernis definiert ist und für die Eckenschnittfolge von der Kontrolleinheit (29) eine erste Endposition berechnet wird, wobei die Schwenkachse (23) in der ersten Endposition eine Ortskoordinate aufweist von $X(E_1) + D_m/2 - \delta \sin(\pm\alpha_m)$ für $|\pm\alpha_m| \leq \alpha_{krit}$ und $X(E_1) + D_m/2 - \delta \sin(\pm\alpha_{krit})$ für $\alpha_{krit} < |\pm\alpha_m|$.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** im j-ten Eckenschnitt der Eckenschnittfolge, $j = 1$ bis n der Sägekopf (14) in eine erste Anfangsposition positioniert wird, der Sägearm (17) in den j-ten Eckenschnittwinkel ($\pm\varphi_{1,j}$) geschwenkt wird und der Sägekopf (14) mit dem, im j-ten Eckenschnittwinkel ($\pm\varphi_{1,j}$), geneigten Sägearm (17) in die erste Endposition verfahren wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwenkachse (23) in der ersten Anfangsposition eine Ortskoordinate aufweist von $X(E_1) + D_{1,n}/2 - \delta \cdot \sin(\pm\varphi_{1,n})$ für $|\pm\varphi_{1,n}| \leq \alpha_{krit}$ und $X(E_1) + D_{1,n}/2 - \delta \sin(\pm\alpha_{krit})$ für $\alpha_{krit} < |\pm\varphi_{1,n}|$.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der vorletzte Hauptschnitt mit einem Blattschutz (21) durchgeführt wird und vor dem Start der gesteuerten Bearbeitung zusätzlich ein Montageabstand $\Delta_{Montage}$ sowie eine vorletzte Breite (B_{m-1}) für den, beim vorletzten Hauptschnitt, verwendeten Blattschutz (21) festgelegt werden, wobei die vorletzte Breite (B_{m-1}) aus einem ersten Abstand ($B_{1,m-1}$) der Drehachse (19) zur ersten Blattschutzkante (71) und einem zweiten Abstand ($B_{2,m-1}$) der Drehachse (19) zur zweiten Blattschutzkante (72) zusammengesetzt ist.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gesteuerte Bearbeitung von

der Kontrolleinheit (29) unterbrochen wird und die Wandsäge (12) von der Kontrolleinheit (29) in eine erste Parkposition bewegt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwenkachse (23) in der ersten Parkposition eine Ortskoordinate aufweist von $X(E_1) + \text{Maximalwert von } [B_{1,m-t} + \Delta_{\text{Montage}}, B_{1,m-1} - \delta \sin(\pm\alpha_m)]$ für $|\pm\alpha_m| \leq 90^\circ$ oder $X(E_1) + \text{Maximalwert von } [B_{1,m-1} + \Delta_{\text{Montage}}, B_{1,m-1} - \delta \cdot \sin(\pm\alpha_{\text{krit}})]$ für $90^\circ < |\pm\alpha_m|$.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wandsäge (12) nach der Wiederaufnahme der gesteuerten Bearbeitung in eine erste Wiederaufnahmeposition positioniert wird, die der ersten Parkposition entspricht.

11. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Endpunkt (E_2) als Hindernis definiert ist und für die Eckenschnittfolge von der Kontrolleinheit (29) eine zweite Endposition berechnet wird, wobei die Schwenkachse (23) in der zweiten Endposition eine Ortskoordinate aufweist von $X(E_2) - D_m/2 - \delta \sin(\pm\alpha_m)$ für $|\pm\alpha_m| \leq \alpha_{\text{krit}}$ und $X(E_2) - D_m/2 - \delta \sin(\pm\alpha_{\text{krit}})$ für $\alpha_{\text{krit}} < |\pm\alpha_m|$.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** im j-ten Eckenschnitt der Eckenschnittfolge, $j = 1$ bis n der Sägekopf (14) in eine zweite Anfangsposition positioniert wird, der Sägearm (17) in den j-ten Eckenschnittwinkel ($\varphi_{2,j}$) geschwenkt wird und der Sägekopf (14) mit dem, im j-ten Eckenschnittwinkel ($\varphi_{2,j}$), geneigten Sägearm (17) in die zweite Endposition verfahren wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwenkachse (23) in der zweiten Anfangsposition eine Ortskoordinate aufweist von $X(E_2) - D_{2,n}/2 - \delta \sin(\pm\varphi_{2,n})$ für $|\pm\varphi_{2,n}| \leq \alpha_{\text{krit}}$ und $X(E_2) - D_{2,n}/2 - \delta \sin(\pm\alpha_{\text{krit}})$ für $\alpha_{\text{krit}} < |\pm\varphi_{2,n}|$.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der letzte Hauptschnitt mit einem Blattschutz (21) durchgeführt wird und vor dem Start der gesteuerten Bearbeitung zusätzlich ein Montageabstand Δ_{Montage} sowie eine letzte Breite (B_m) für den, beim letzten Hauptschnitt, verwendeten Blattschutz festgelegt werden, wobei die letzte Breite (B_m) aus einem ersten Abstand ($B_{1,m}$) der Drehachse (19) zur ersten Blattschutzkante (71) und einem zweiten Abstand ($B_{2,m}$) der Drehachse (19) zur zweiten Blattschutzkante (72) zusammengesetzt ist.

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gesteuerte Bearbeitung von der Kontrolleinheit (29) unterbrochen wird und die

Wandsäge (12) bzw. der Sägekopf (14) von der Kontrolleinheit (29) in eine zweite Parkposition bewegt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwenkachse (23) in der zweiten Parkposition eine Ortskoordinate aufweist von $X(E_2) - \text{Maximalwert von } [B_{2,m} + \Delta_{\text{Montage}}, B_{2,m} + \delta \sin(\pm\alpha_m)]$ für $|\pm\alpha_m| \leq 90^\circ$ oder $X(E_2) - \text{Maximalwert von } [B_{2,m} + \Delta_{\text{Montage}}, B_{2,m} + \delta \sin(\pm 90^\circ)]$ für $90^\circ < |\pm\alpha_m|$.

Claims

1. Method for controlling a wall saw system (10) which comprises a guide rail (11) and a wall saw (12) with a saw head (14), a motorized feed unit (15) which displaces the saw head (14) parallel to a feed direction (28) along the guide rail (11), at least one saw blade (16) which is fastened to a saw arm (17) of the saw head (14) that is pivotable about a pivot axis (23) and is driven about a rotation axis (19), and at least one releasable blade guard (21) which surrounds the saw blade (16), when creating a separating cut (51) of the final depth (T) in a workpiece (24) of the workpiece thickness (d) between a first end point (E_1) and a second end point (E_2), wherein at least one of the end points is defined as an obstacle (E_1 , E_2); the method comprising:

- prior to starting a machining operation controlled by a control unit (29) of the wall saw (12), at least the saw blade diameter (D) of at least one saw blade (16), the positions of the first and second end points (E_1 , E_2) in the feed direction (28), the final depth (T) of the separating cut (51) and a main cut sequence of m main cuts, $m \geq 2$ between the first and second end points (E_1 , E_2) are determined, wherein the main cut sequence comprises at least one penultimate main cut with a penultimate main cut angle (α_{m-1}) of the saw arm (17) and a penultimate diameter (D_{m-1}) of the saw blade used, and a final main cut with a final main cut angle (α_m) of the saw arm (17) and a final diameter (D_m) of the saw blade used,
- during the machining operation controlled by the control unit (29)

- the penultimate main cut is carried out with the saw arm (17) tilted below the penultimate main cut angle ($\pm\alpha_{m-1}$), and
- the final main cut is carried out with the saw arm (17) tilted below the final main cut angle ($\pm\alpha_m$), and

- prior to starting the machining operation controlled by the control unit (29), a corner cut

- sequence with corner cuts is defined in addition to the main cut sequence for the at least one end point defined as an obstacle (E_1, E_2), wherein the corner cut sequence comprises at least one first corner cut with a first corner cut angle ($\pm\varphi_{1,1}, \pm\varphi_{2,1}$) of the saw arm (17) and a first diameter ($D_{1,1}, D_{2,1}$) of the saw blade used, and a second corner cut with a second corner cut angle ($\pm\varphi_{1,2}, \pm\varphi_{2,2}$) of the saw arm (17) and a second diameter ($D_{1,2}, D_{2,2}$) of the saw blade used,
- characterized in that** during the machining operation controlled by the control unit (29), the corner cut sequence is carried out between the penultimate main cut and the final main cut, or the corner cut sequence is carried out after the final main cut and, prior to starting the machining operation controlled by the control unit (29), an initial position and an end position are additionally established for the corner cut sequence.
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the corner cut sequence comprises a number of n corner cuts, $n \geq 2$ with j^{th} corner cut angles ($\pm\varphi_{1,j}, \pm\varphi_{2,j}$) of the saw arm (17) and j^{th} diameters ($D_{1,j}, D_{2,j}$) of the saw blade used, $j = 1$ to n .
 3. Method according to Claim 1, **characterized in that**, prior to starting the machining operation controlled by the control unit (29), an additional saw arm length (δ) of the saw arm (17), which is defined as the spacing between the pivot axis (23) of the saw arm (17) and the rotation axis (19) of the saw blade (16), and a spacing (Δ) between the pivot axis (23) and an upper side (53) of the workpiece (24) are specified.
 4. Method according to Claim 3, **characterized in that** the first end point (E_1) is defined as an obstacle, and for the corner cut sequence a first end position is calculated by the control unit (29), wherein the pivot axis (23) in the first end position has a location coordinate of $X(E_1) + D_m/2 - \delta \cdot \sin(\pm\alpha_m)$ for $|\pm\alpha_m| \leq \alpha_{\text{krit}}$ and $X(E_1) + D_m/2 - \delta \cdot \sin(\pm\alpha_{\text{krit}})$ for $\alpha_{\text{krit}} < |\pm\alpha_m|$.
 5. Method according to Claim 4, **characterized in that** in the j^{th} corner cut of the corner cut sequence, $j = 1$ to n , the saw head (14) is positioned in a first initial position, the saw arm (17) is pivoted to the j^{th} corner cut angle ($\pm\varphi_{1,j}$), and the saw head (14) with the saw arm (17) tilted at the j^{th} corner cut angle ($\pm\varphi_{1,j}$) is displaced to the first end position.
 6. Method according to Claim 5, **characterized in that** the pivot axis (23) in the first initial position has a location coordinate of $X(E_1) + D_{1,n}/2 - \delta \cdot \sin(\pm\varphi_{1,n})$ for $|\pm\varphi_{1,n}| \leq \alpha_{\text{krit}}$ and $X(E_1) + D_{1,n}/2 - \delta \cdot \sin(\pm\alpha_{\text{krit}})$ for $\alpha_{\text{krit}} < |\pm\varphi_{1,n}|$.
 7. Method according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the penultimate main cut is carried out with a blade guard (21) and, prior to starting the controlled machining operation, an additional assembly spacing Δ_{Montage} and a penultimate width (B_{m-1}) for the blade guard (21) used in the penultimate main cut are established, wherein the penultimate width (B_{m-1}) consists of a first spacing ($B_{1,m-1}$) of the rotation axis (19) from the first blade guard edge (71) and a second spacing ($B_{2,m-1}$) of the rotation axis (19) from the second blade guard edge (72).
 8. Method according to Claim 7, **characterized in that** the controlled machining operation is interrupted by the control unit (29), and the wall saw (12) is moved into a first parking position by the control unit (29).
 9. Method according to Claim 8, **characterized in that** the pivot axis (23) in the first parking position has a location coordinate of $X(E_1) + \text{maximum value of } [B_{1,m-1} + \Delta_{\text{Montage}}, B_{1,m-1} - \delta \cdot \sin(\pm\alpha_m)]$ for $|\pm\alpha_m| \leq 90^\circ$ or $X(E_1) + \text{maximum value of } [B_{1,m-1} + \Delta_{\text{Montage}}, B_{1,m-1} - \delta \cdot \sin(\pm\alpha_{\text{krit}})]$ for $90^\circ < |\pm\alpha_m|$.
 10. Method according to one of Claims 8 to 9, **characterized in that** the wall saw (12) upon resumption of the controlled machining operation is positioned in a first resumption position which corresponds to the first parking position.
 11. Method according to Claim 3, **characterized in that** the second end point (E_2) is defined as an obstacle and a second end position is calculated for the corner cut sequence by the control unit (29), where the pivot axis (23) in the second end position has a location coordinate of $X(E_2) - D_m/2 - \delta \cdot \sin(\pm\alpha_m)$ for $|\pm\alpha_m| \leq \alpha_{\text{krit}}$ and $X(E_2) - D_m/2 - \delta \cdot \sin(\pm\alpha_{\text{krit}})$ for $\alpha_{\text{krit}} < |\pm\alpha_m|$.
 12. Method according to Claim 11, **characterized in that** in the j^{th} corner cut of the corner cut sequence, $j = 1$ to n , the saw head (14) is positioned in a second initial position, the saw arm (17) is pivoted to the j^{th} corner cut angle ($\varphi_{2,j}$), and the saw head (14) with the saw arm (17) tilted at the j^{th} corner cut angle ($\varphi_{2,j}$) is displaced to the second end position.
 13. Method according to Claim 12, **characterized in that** the pivot axis (23) in the second initial position has a location coordinate of $X(E_2) - D_{2,n}/2 - \delta \cdot \sin(\pm\varphi_{2,n})$ for $|\pm\varphi_{2,n}| \leq \alpha_{\text{krit}}$ and $X(E_2) - D_{2,n}/2 - \delta \cdot \sin(\pm\alpha_{\text{krit}})$ for $\alpha_{\text{krit}} < |\pm\varphi_{2,n}|$.
 14. Method according to one of Claims 11 to 13, **characterized in that** the final main cut is carried out with a blade guard (21) and, prior to starting the controlled

machining operation, an additional assembly spacing Δ_{Montage} and a final width (B_m) for the blade guard used in the final main cut are established, wherein the final width (B_m) consists of a first spacing ($B_{1,m}$) of the rotation axis (19) from the first blade guard edge (71) and a second spacing ($B_{2,m}$) of the rotation axis (19) from the second blade guard edge (72).

15. Method according to Claim 14, **characterized in that** the controlled machining operation is interrupted by the control unit (29), and the wall saw (12) or the saw head (14) is moved to a second parking position by the control unit (29).

16. Method according to Claim 15, **characterized in that** the pivot axis (23) in the second parking position has a location coordinate of $X(E_2)$ - maximum value of $[B_{2,m} + \Delta_{\text{Montage}}, B_{2,m} + \delta \cdot \sin(\pm\alpha_m)]$ for $|\pm\alpha_m| \leq 90^\circ$ or $X(E_2)$ - maximum value of $[B_{2,m} + \Delta_{\text{Montage}}, B_{2,m} + \delta \cdot \sin(\pm 90^\circ)]$ for $90^\circ < |\pm\alpha_m|$.

Revendications

1. Procédé de commande d'un système de scie murale (10), qui comprend un rail de guidage (11) et une scie murale (12) avec une tête de scie (14), une unité d'avance motorisée (15) qui déplace la tête de scie (14) parallèlement à une direction d'avance (28) le long du rail de guidage (11), au moins une lame de scie (16) qui est fixée à un bras de scie (17) de la tête de scie (14) pouvant pivoter autour d'un axe de pivotement (23) et est entraînée autour d'un axe de rotation (19), et au moins un protège-lame (21) amovible entourant la lame de scie (16) lors de la création d'une coupe de séparation (51) de la profondeur d'extrémité (T) dans une pièce (24) de l'épaisseur de pièce (d) entre un premier point d'extrémité (E_1) et un deuxième point d'extrémité (E_2), au moins l'un des points d'extrémité étant défini comme un obstacle (E_1, E_2), avec :

- avant le début d'un traitement commandé par une unité de contrôle (29) de la scie murale (12), on détermine au moins le diamètre de lame de scie (D) de l'au moins une lame de scie (16), les positions des premier et deuxième points d'extrémité (E_1, E_2) dans la direction d'avance (28), la profondeur d'extrémité (T) de la coupe de séparation (51) et une séquence de coupes principales de m coupes principales, $m \geq 2$, entre le premier et le deuxième point d'extrémité (E_1, E_2), la séquence de coupes principales comprenant au moins une avant-dernière coupe principale avec un avant-dernier angle de coupe principale (α_{m-1}) du bras de scie (17) et un avant-dernier diamètre (D_{m-1}) de la lame de scie uti-

lisée, et une dernière coupe principale avec un dernier angle de coupe principale (α_m) du bras de scie (17) et un dernier diamètre (D_m) de la lame de scie utilisée,

- pendant le traitement commandé par l'unité de contrôle (29)

- l'avant-dernière coupe principale est réalisée avec le bras de scie (17) incliné à l'avant-dernier angle de coupe principal ($\pm\alpha_{m-1}$), et

- la dernière coupe principale est réalisée avec le bras de scie (17) incliné au dernier angle de coupe principal ($\pm\alpha_m$), et

- avant le début du traitement commandé par l'unité de contrôle (29), en plus de la séquence de coupes principales pour l'au moins un point d'extrémité (E_1, E_2) défini comme obstacle, une séquence de coupes d'angle avec des coupes d'angle est définie, la séquence de coupes d'angle comprenant au moins une première coupe d'angle avec un premier angle de coupe d'angle ($\pm\varphi_{1,1}, \pm\varphi_{2,1}$) du bras de scie (17) et un premier diamètre ($D_{1,1}, D_{2,1}$) de la lame de scie utilisée, et une deuxième coupe d'angle avec un deuxième angle de coupe d'angle ($\pm\varphi_{1,2}, \pm\varphi_{2,2}$) du bras de scie (17) et un deuxième diamètre ($D_{1,2}, D_{2,2}$) de la lame de scie utilisée,

caractérisé en ce que, pendant le traitement commandé par l'unité de contrôle (29), la séquence de coupes d'angle est réalisée entre l'avant-dernière coupe principale et la dernière coupe principale ou la séquence de coupes d'angle est réalisée après la dernière coupe principale et, avant le début du traitement commandé par l'unité de contrôle (29), une position initiale et une position finale sont en outre établies pour la séquence de coupes d'angle.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la séquence de coupes d'angle comprend un nombre de n coupes d'angle, $n \geq 2$ avec j-ème angles de coupe d'angle ($\pm\varphi_{1,j}, \pm\varphi_{2,j}$) du bras de scie (17) et j-ème diamètres ($D_{1,j}, D_{2,j}$) de la lame de scie utilisée, $j = 1$ à n.

3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'avant** le début du traitement commandé par l'unité de contrôle (29), on établit en outre une longueur de bras de scie (δ) du bras de scie (17), qui est définie comme étant la distance entre l'axe de pivotement (23) du bras de scie (17) et l'axe de rotation (19) de la lame de scie (16), et une distance (Δ) entre l'axe de pivotement (23) et un côté supérieur (53) de la pièce (24).

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce**

- que** le premier point d'extrémité (E_1) est défini comme un obstacle et une première position finale est calculée pour la séquence de coupes d'angle par l'unité de contrôle (29), l'axe de pivotement (23) présentant dans la première position finale une coordonnée de lieu de $X(E_1) + D_m/2 - \delta \cdot \sin(\pm\alpha_m)$ pour $|\pm\alpha_m| \leq \alpha_{krit}$ et $X(E_1) + D_m/2 - \delta \cdot \sin(\pm\alpha_{krit})$ pour $\alpha_{krit} < |\pm\alpha_m|$.
5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** dans la j-ème coupe d'angle de la séquence de coupes d'angle, $j = 1$ à n , la tête de scie (14) est positionnée dans une première position initiale, le bras de scie (17) est pivoté au j-ème angle de coupe d'angle ($\pm\varphi_{1,j}$) et la tête de scie (14) est déplacée avec le bras de scie (17) incliné au j-ème angle de coupe d'angle ($\pm\varphi_{1,j}$) dans la première position finale.
6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'axe de pivotement (23) présente dans la première position initiale une coordonnée de lieu de $X(E_1) + D_{1,n}/2 - \delta \cdot \sin(\pm\varphi_{1,n})$ pour $|\pm\varphi_{1,n}| \leq \alpha_{krit}$ et $X(E_1) + D_{1,n}/2 - \delta \cdot \sin(\pm\varphi_{krit})$ pour $\alpha_{krit} < |\pm\varphi_{1,n}|$.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** l'avant-dernière coupe principale est réalisée avec un protège-lame (21) et **en ce qu'**avant le début du traitement commandé, on établit en outre une distance de montage $\Delta_{Montage}$ ainsi qu'une avant-dernière largeur (B_{m-1}) pour le protège-lame (21) utilisé lors de l'avant-dernière coupe principale, l'avant-dernière largeur (B_{m-1}) étant composée d'une première distance ($B_{1,m-1}$) de l'axe de rotation (19) par rapport au premier bord de protège-lame (71) et d'une deuxième distance ($B_{2,m-1}$) de l'axe de rotation (19) par rapport au deuxième bord de protège-lame (72).
8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le traitement commandé est interrompu par l'unité de contrôle (29) et la scie murale (12) est déplacée par l'unité de contrôle (29) dans une première position de stationnement.
9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** l'axe de pivotement (23) présente, dans la première position de stationnement, une coordonnée de lieu de $X(E_1) +$ valeur maximale de $[B_{1,m-1} + \Delta_{Montage}, B_{1,m-1} - \delta \cdot \sin(\pm\alpha_m)]$ pour $|\pm\alpha_m| \leq 90^\circ$ ou $X(E_1) +$ valeur maximale de $[B_{1,m-1} + \Delta_{Montage}, B_{1,m-1} - \delta \cdot \sin(\pm\alpha_{krit})]$ pour $90^\circ < |\pm\alpha_m|$.
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 9, **caractérisé en ce qu'**après la reprise du traitement commandé, la scie murale (12) est positionnée dans une première position de reprise correspondant à la première position de stationnement.
11. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le deuxième point d'extrémité (E_2) est défini comme un obstacle et une deuxième position finale est calculée pour la séquence de coupes d'angle par l'unité de contrôle (29), l'axe de pivotement (23) ayant dans la deuxième position d'extrémité une coordonnée de lieu de $X(E_2) - D_m/2 - \delta \cdot \sin(\pm\alpha_m)$ pour $|\pm\alpha_m| \leq \alpha_{krit}$ et $X(E_2) - D_m/2 - \delta \cdot \sin(\pm\alpha_{krit})$ pour $\alpha_{krit} < |\pm\alpha_m|$.
12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** dans la j-ème coupe d'angle de la séquence de coupes d'angle, $j = 1$ à n , la tête de scie (14) est positionnée dans une deuxième position initiale, le bras de scie (17) est pivoté au j-ème angle de coupe d'angle ($\varphi_{2,j}$) et la tête de scie (14) est déplacée avec le bras de scie (17) incliné au j-ème angle de coupe d'angle ($\varphi_{2,j}$) dans la première position d'extrémité.
13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** l'axe de pivotement (23) présente dans la deuxième position initiale une coordonnée de lieu de $X(E_2) - D_{2,n}/2 - \delta \cdot \sin(\pm\varphi_{2,n})$ pour $|\pm\varphi_{2,n}| \leq \alpha_{krit}$ et $X(E_2) - D_{2,n}/2 - \delta \cdot \sin(\pm\varphi_{krit})$ pour $\alpha_{krit} < |\pm\varphi_{2,n}|$.
14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, **caractérisé en ce que** la dernière coupe principale est réalisée avec un protège-lame (21) et **en ce qu'**avant le démarrage du traitement commandé, on établit en outre une distance de montage $\Delta_{Montage}$ ainsi qu'une dernière largeur (B_m) pour le protège-lame utilisé lors de la dernière coupe principale, la dernière largeur (B_m) étant composée d'une première distance ($B_{1,m}$) de l'axe de rotation (19) par rapport au premier bord de protège-lame (71) et d'une deuxième distance ($B_{2,m}$) de l'axe de rotation (19) par rapport au deuxième bord de protège-lame (72).
15. Procédé selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** le traitement commandé est interrompu par l'unité de contrôle (29) et la scie murale (12) ou la tête de scie (14) est déplacée par l'unité de contrôle (29) dans une deuxième position de stationnement.
16. Procédé selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** l'axe de pivotement (23) dans la deuxième position de stationnement présente une coordonnée de lieu de $X(E_2) -$ valeur maximale $[B_{2,m} + \Delta_{Montage}, B_{2,m} + \delta \cdot \sin(\pm\alpha_m)]$ pour $|\pm\alpha_m| \leq 90^\circ$ ou $X(E_2) -$ valeur maximale de $[B_{2,m} + \Delta_{Montage}, B_{2,m} + \delta \cdot \sin(\pm\alpha_{krit})]$ pour $90^\circ < |\pm\alpha_m|$.

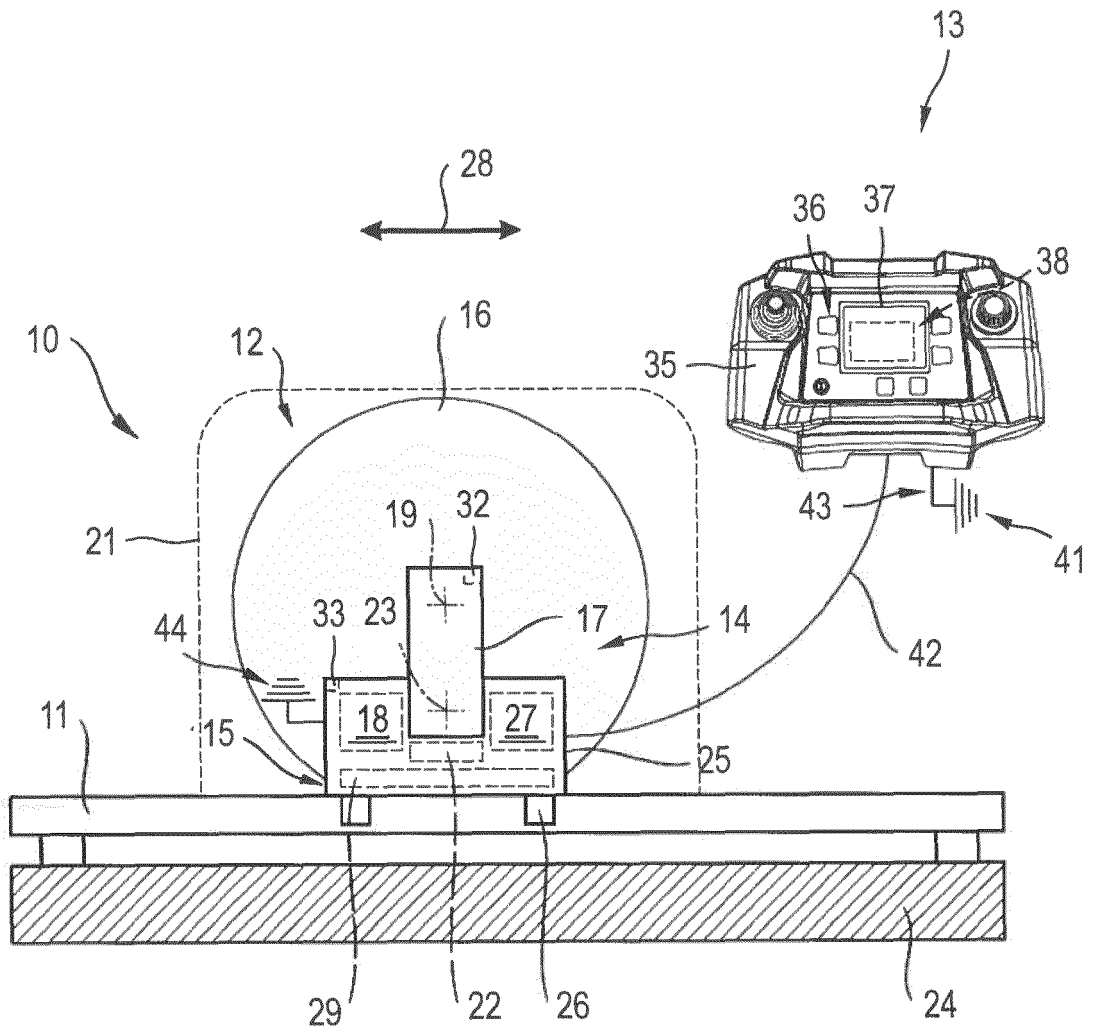


FIG. 1

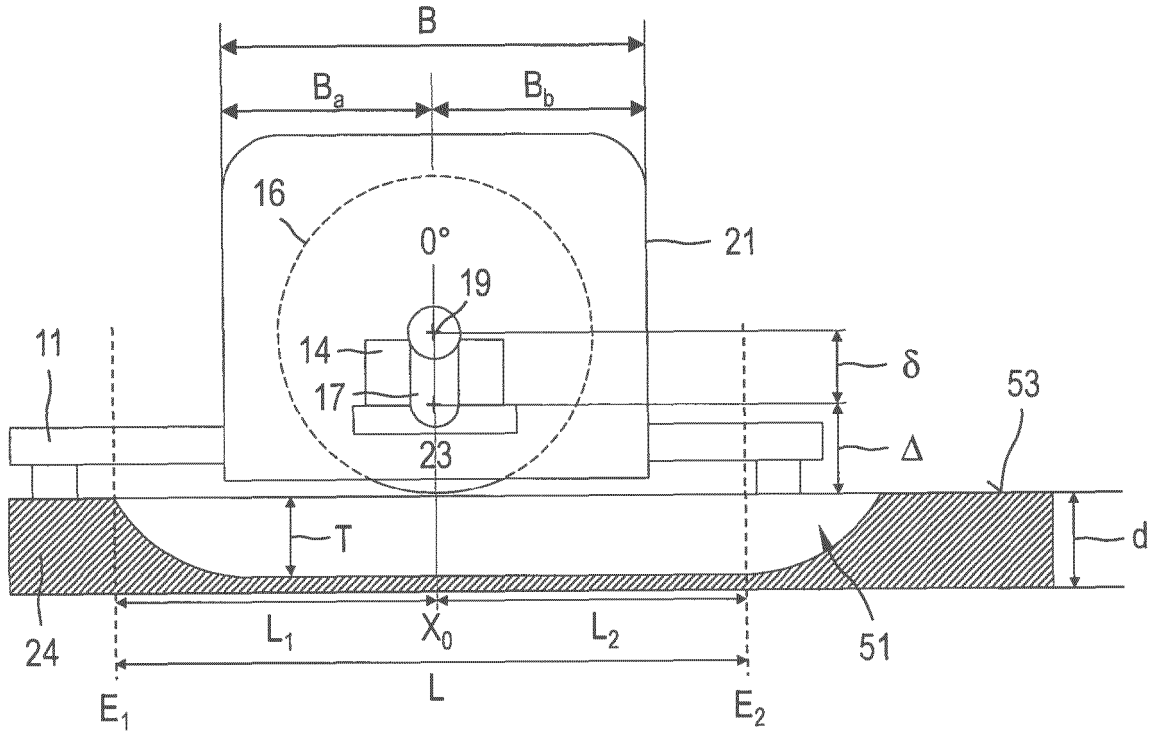


FIG. 2A

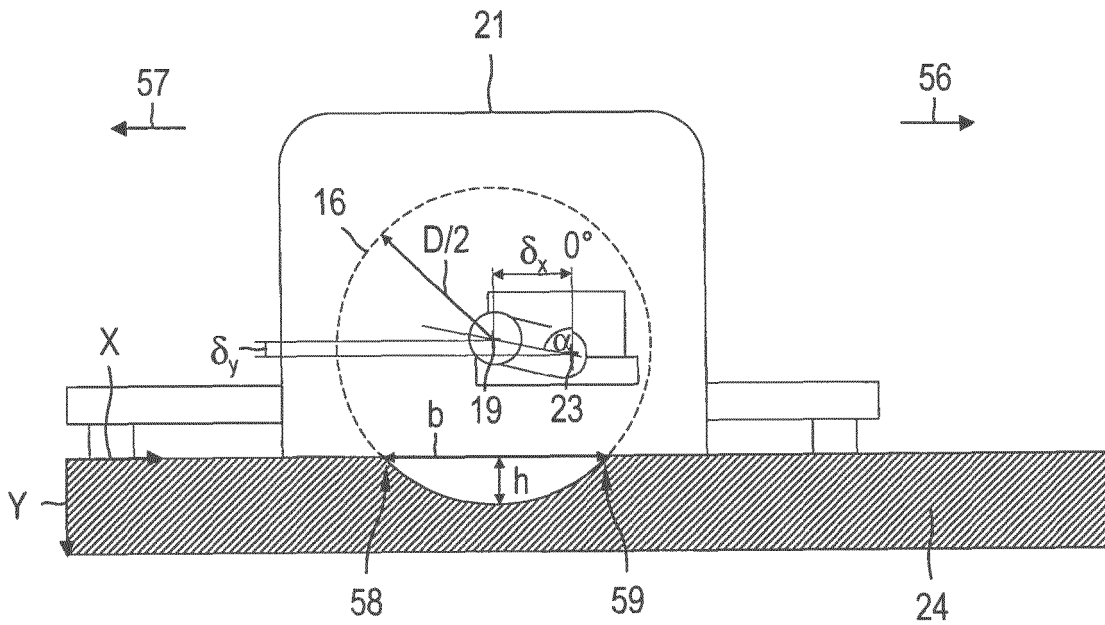


FIG. 2B

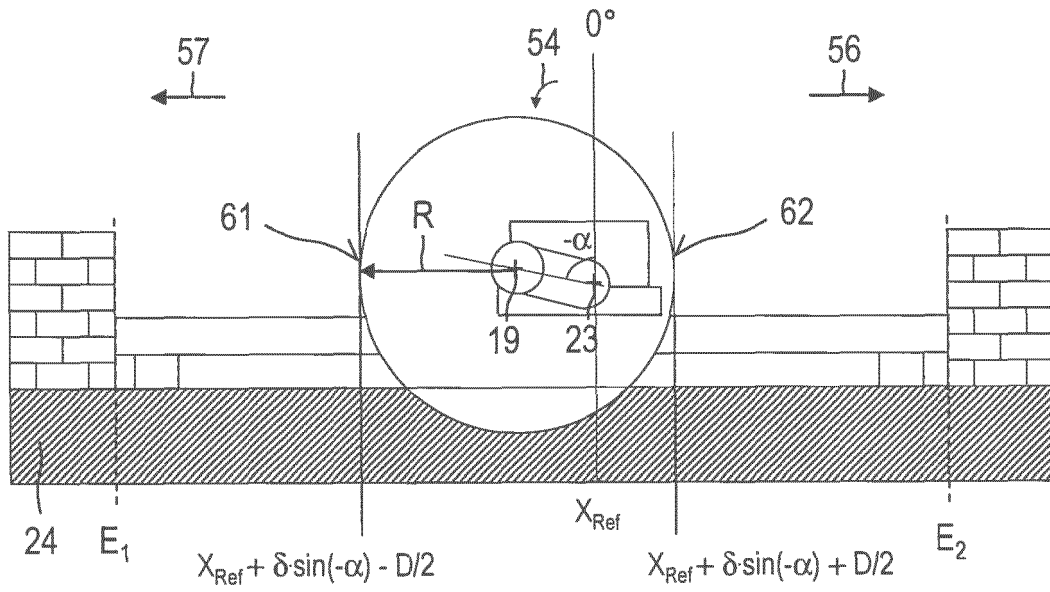


FIG. 3A

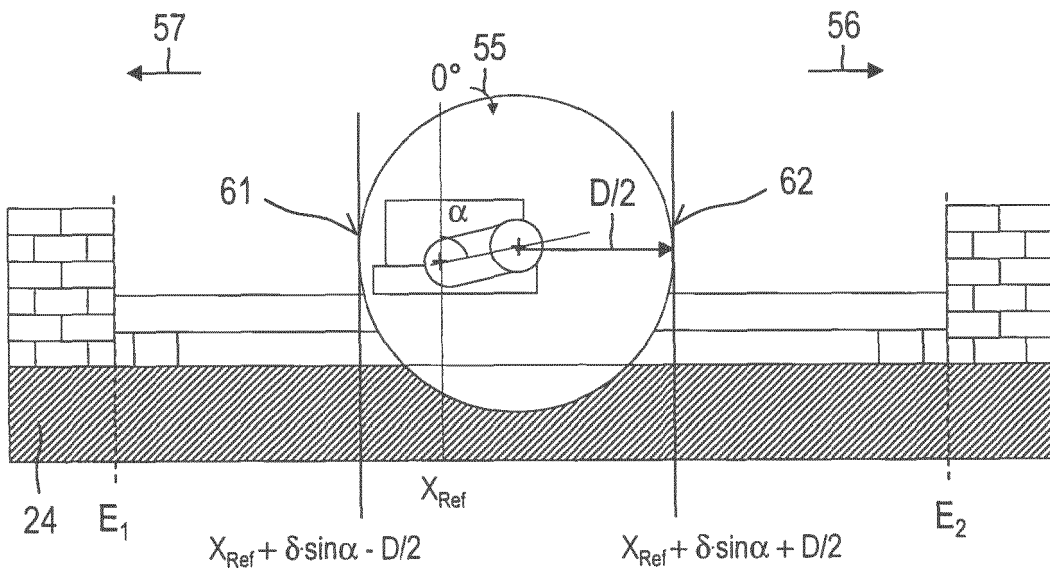


FIG. 3B

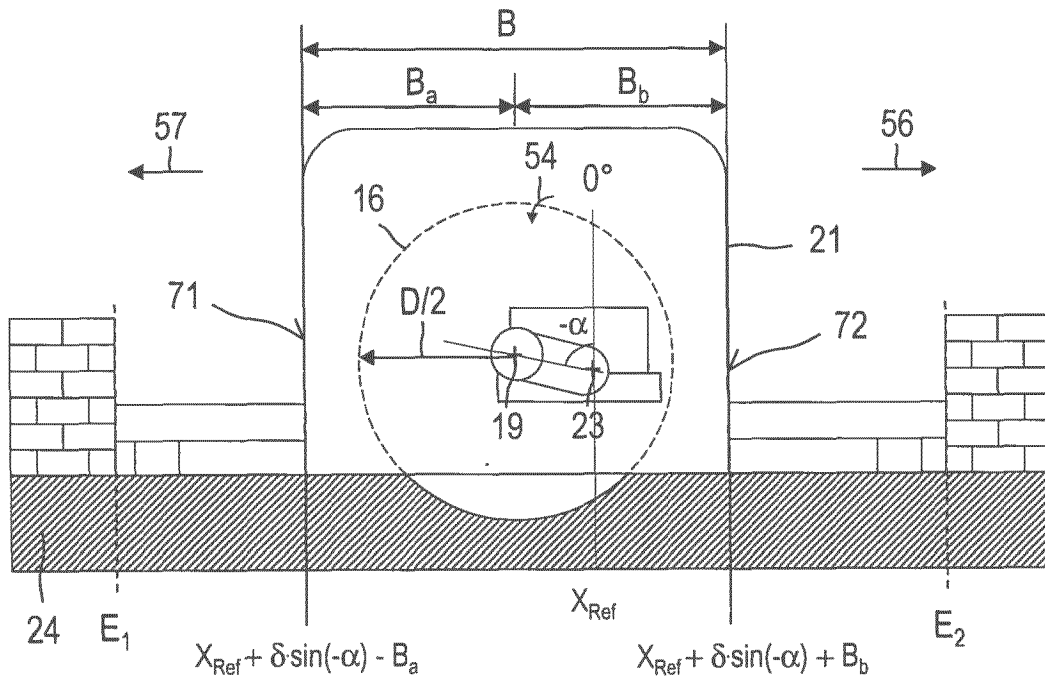


FIG. 4A

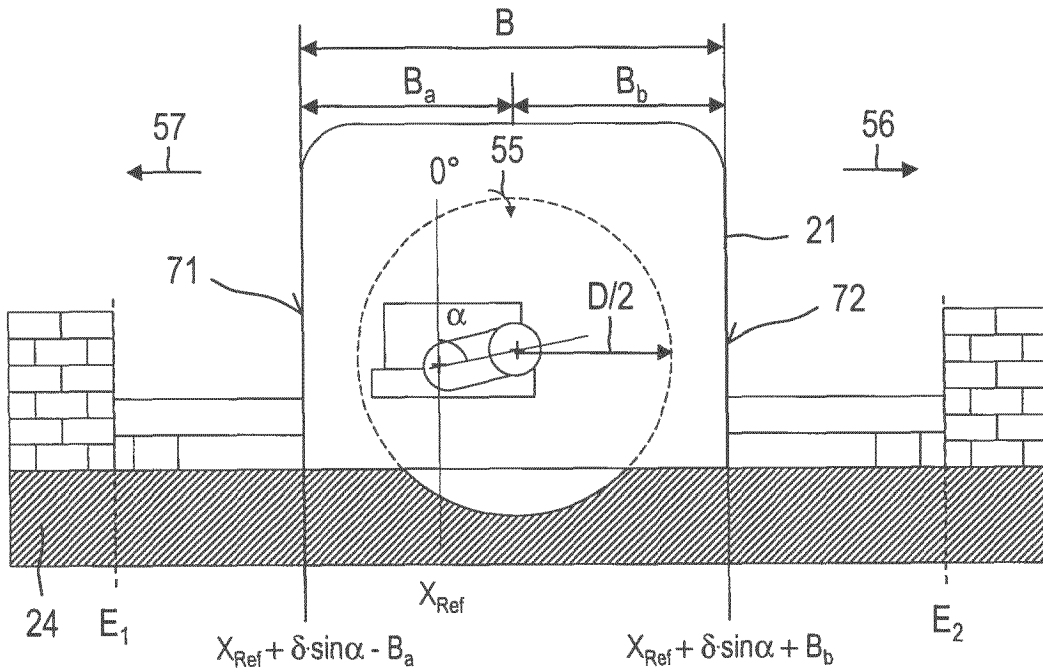


FIG. 4B

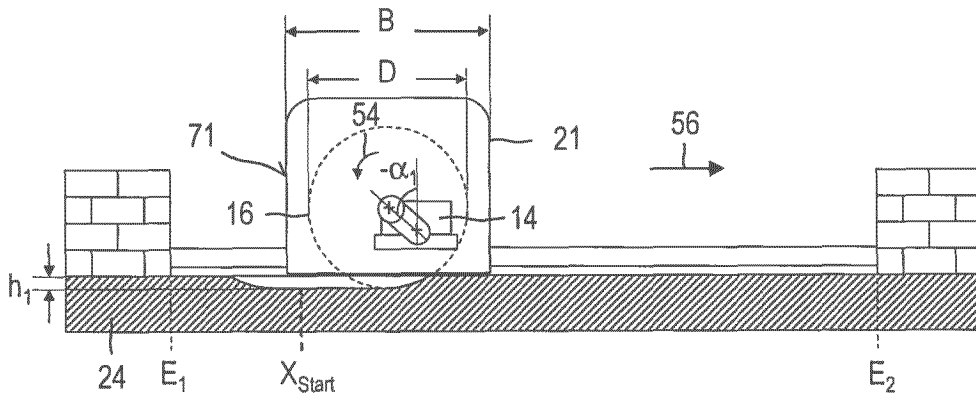


FIG. 5A

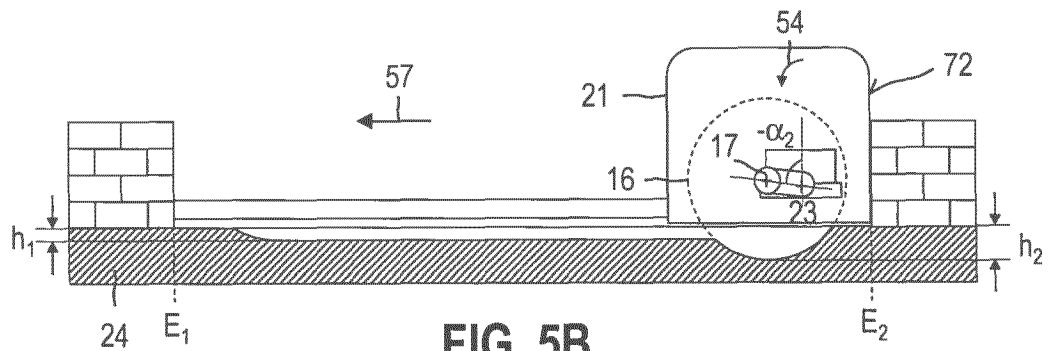


FIG. 5B

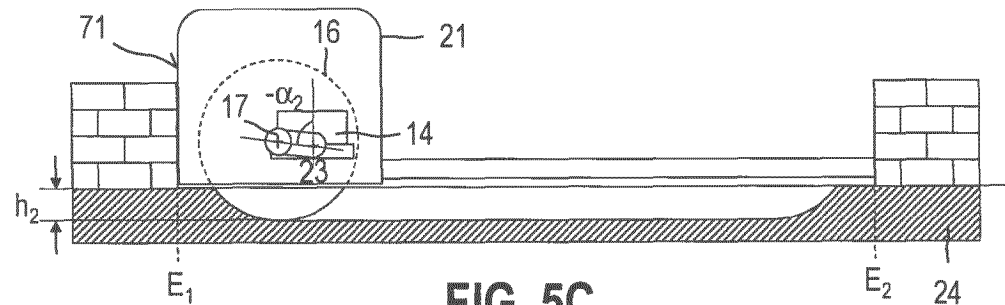


FIG. 5C

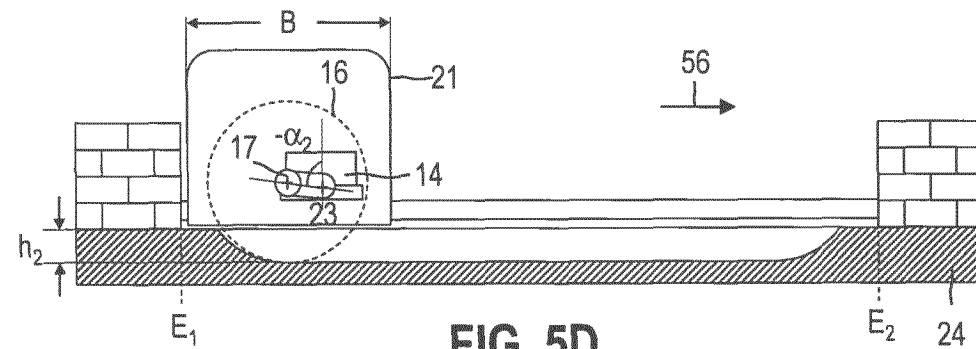


FIG. 5D

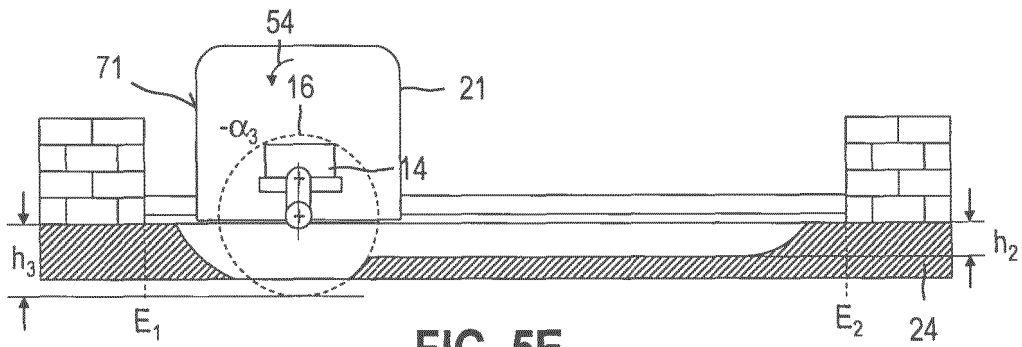


FIG. 5E

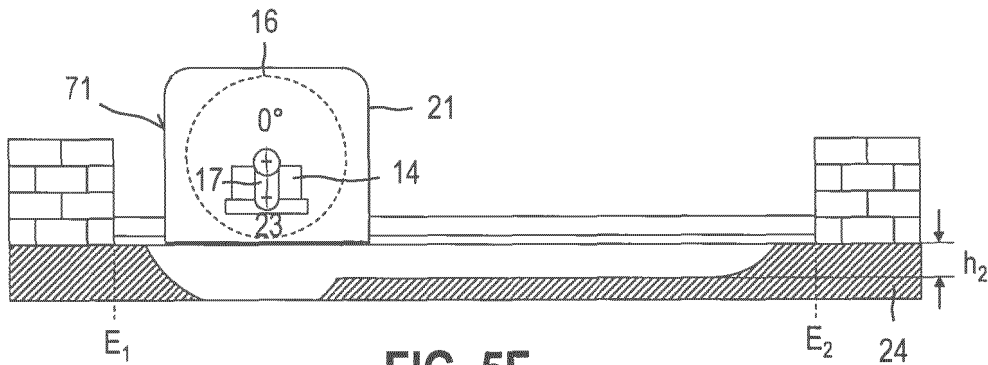


FIG. 5F

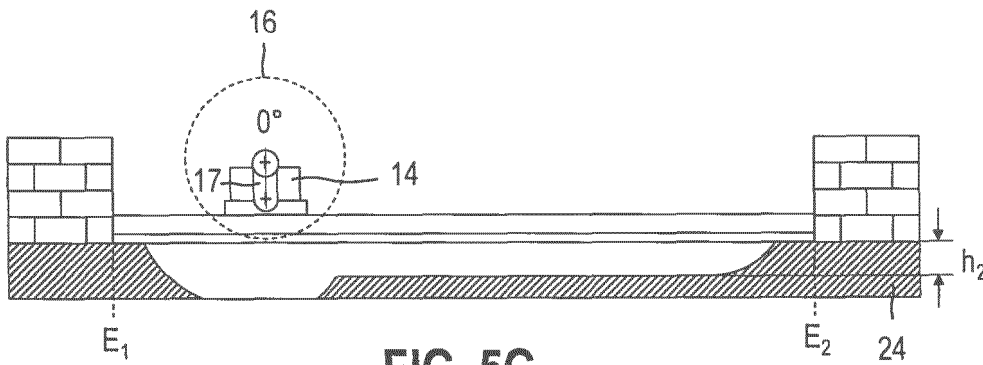


FIG. 5G

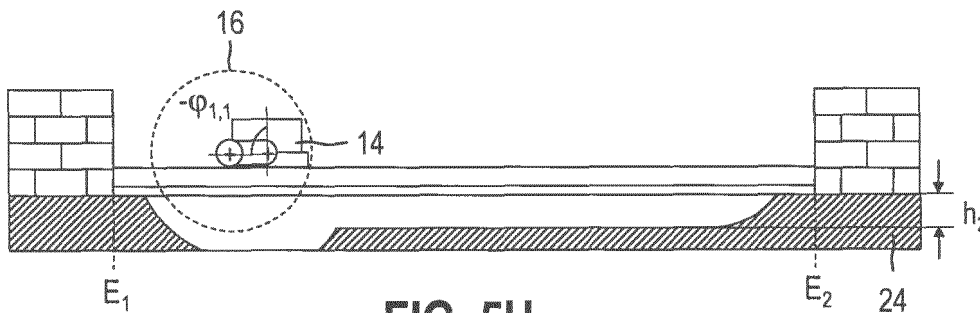
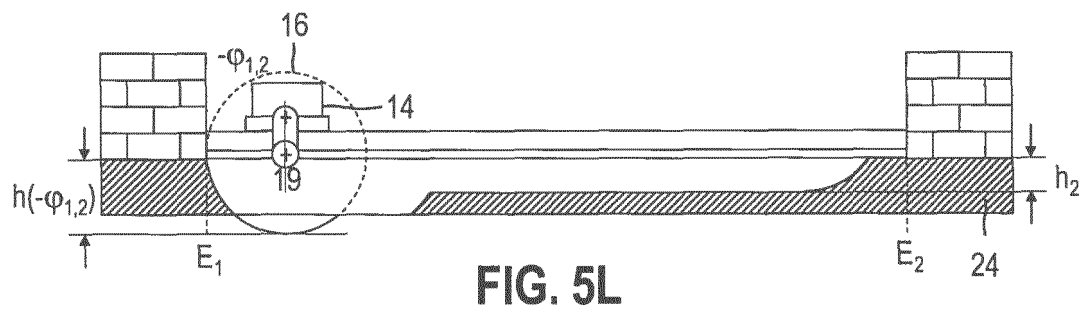
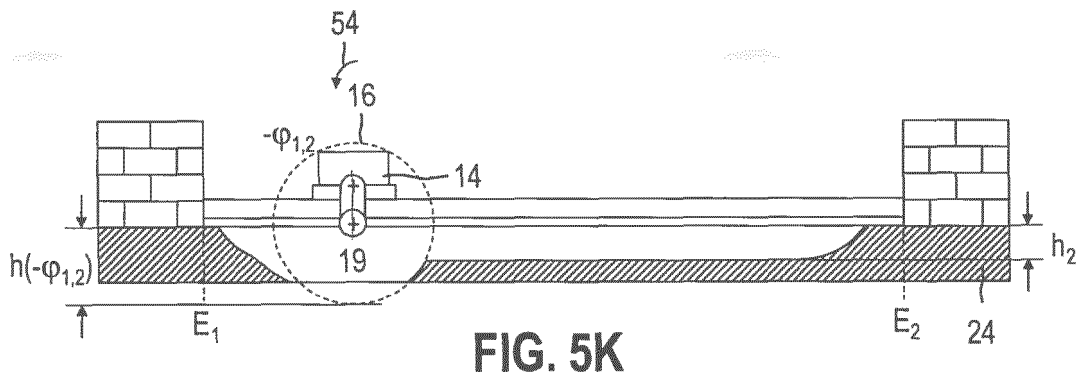
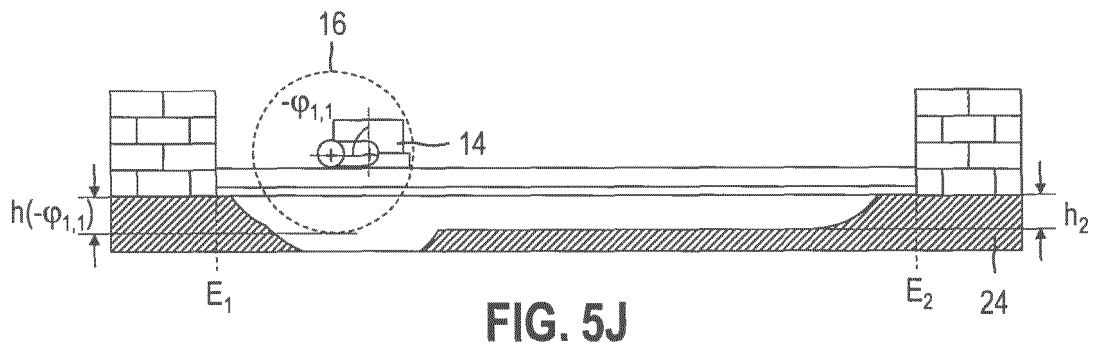
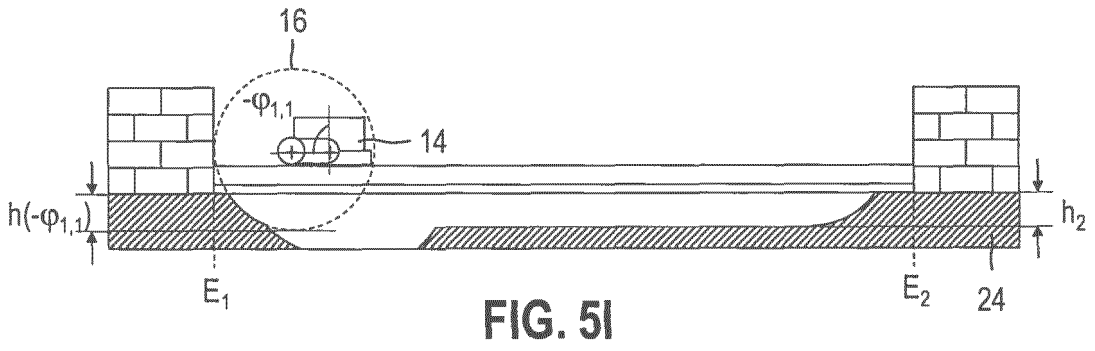


FIG. 5H



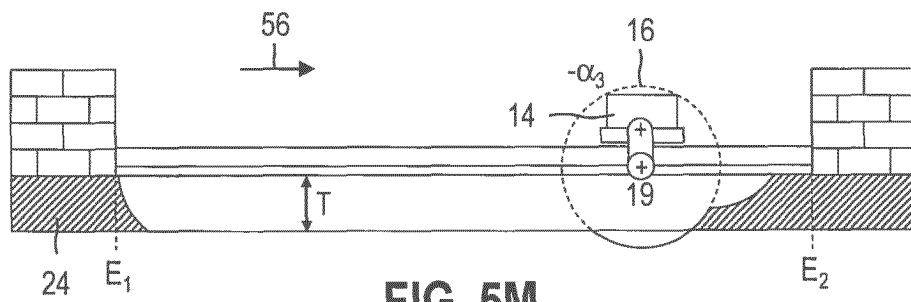


FIG. 5M

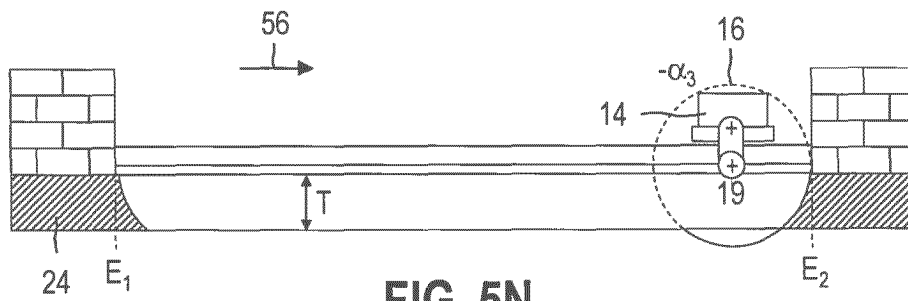


FIG. 5N

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 2013180371 A1 [0002]
- WO 2014124912 A1 [0002]
- US 2012180773 A1 [0002]
- US 6170478 B1 [0002]
- WO 2014128095 A1 [0002]
- WO 2014124931 A1 [0002]
- EP 1693173 B1 [0002]