



(11) **EP 2 993 010 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.03.2016 Patentblatt 2016/10

(51) Int Cl.:
B28D 1/04 (2006.01) B28D 7/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14003099.0**

(22) Anmeldetag: **08.09.2014**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

- **Stevic, Dragan**
AT-6800 Feldkirch-Tosters (AT)
- **Bereuter, Christian**
AT-6951 Lingenau (AT)
- **Hricko, Peter**
CH-9470 Buchs (CH)

(71) Anmelder: **HILTI Aktiengesellschaft**
9494 Schaan (LI)

(74) Vertreter: **Hilti Aktiengesellschaft**
Corporate Intellectual Property
Feldkircherstrasse 100
Postfach 333
9494 Schaan (LI)

(72) Erfinder:
• **Kaneider, Wilfried**
AT-6830 Rankweil (AT)

(54) **Verfahren zur Steuerung eines Wandsägesystems beim Erstellen eines Trennschnittes**

(57) Verfahren zur Steuerung eines Wandsägesystems (10) beim Erstellen eines Trennschnittes in einem Werkstück (24) zwischen einem ersten und zweiten Endpunkt. Das Wandsägesystem (10) umfasst eine Wandsäge (12) mit einem Sägekopf (14), einem schwenkbaren Sägearm (17), einem ersten Sägeblatt und einem größeren, zweiten Sägeblatt. Der Trennschnitt wird in mehreren Hauptschnitten durchgeführt, wobei die Parameter der Hauptschnitte (Sägeblattdurchmesser des eingesetzten Sägeblattes, Hauptschnittwinkel) vor dem Start in einer Hauptschnittfolge festgelegt werden. Nachdem

die Bearbeitung des Trennschnittes mit dem ersten Sägeblatt abgeschlossen ist, wird die gesteuerte Bearbeitung des Trennschnittes von einer Kontrolleinheit unterbrochen und die Wandsäge (12) von der Kontrolleinheit in eine Parkposition bewegt. Die Parkposition wird so ausgewählt, dass sämtliche Aktionen beim Sägeblattwechsel (Ausschwenken des Sägearms, Demontieren des ersten Sägeblattes, Montieren des zweiten Sägeblattes und Einschwenken des Sägearms) ausgeführt werden können.

EP 2 993 010 A1

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] 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 Hauptschnittwinkel des Sägearms und einem ersten Durchmesser des verwendeten Sägeblattes sowie einen folgenden zweiten Hauptschnitt mit einem zweiten Hauptschnittwinkel des Sägearms und einem ersten Durch-

messer des verwendeten Sägeblattes umfasst.

[0004] Das bekannte Verfahren zur Steuerung eines Wandsägesystems offenbart keine Details, wie ein Wechsel des Sägeblattes und des Blattschutzes während der gesteuerten Bearbeitung eines Trennschnittes erfolgt.

Darstellung der Erfindung

[0005] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren zur Steuerung eines Wandsägesystems mit einer hohen Bearbeitungsqualität zu entwickeln, bei dem der Wechsel eines Sägeblattes und eines Blattschutzes in die gesteuerte Bearbeitung eines Trennschnittes integriert 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 nach der Bearbeitung des Trennschnittes mit dem ersten Sägeblatt die gesteuerte Bearbeitung des Trennschnittes von der Kontrolleinheit unterbrochen wird und die Wandsäge von der Kontrolleinheit in eine Parkposition bewegt wird.

[0008] Durch die Integration eines Sägeblattwechsels und Blattschutzwechsels in die gesteuerte Bearbeitung mit der Kontrolleinheit können sämtliche Randbedingungen von der Kontrolleinheit berücksichtigt werden und die Wandsäge in eine Parkposition positioniert werden, in der sämtliche Aktionen beim Sägeblatt- und Blattschutzwechsel ausgeführt werden können. Beim Wechsel des Sägeblattes von einem ersten Sägeblatt zu einem zweiten Sägeblatt und des Blattschutzes von einem ersten Blattschutz zu einem zweiten Blattschutz als Randbedingungen zu berücksichtigen:

- Demontieren des ersten Sägeblattes und ersten Blattschutzes,
- Montieren des zweiten Sägeblattes und zweiten Blattschutzes,
- Ausschwenken des Sägearms mit dem ersten Sägeblatt aus dem ersten Hauptschnittwinkel in die Grundposition und
- Einschwenken des Sägearms mit dem zweiten Sägeblatt aus der Grundposition in den zweiten Hauptschnittwinkel.

[0009] Bevorzugt wird die Wandsäge nach dem Wechsel des Sägeblattes vom ersten zum zweiten Sägeblatt und der Wiederaufnahme der gesteuerten Bearbeitung von der Kontrolleinheit in eine Wiederaufnahmeposition positioniert. Wenn die Kontrolleinheit zusätzlich zur Parkposition eine Wiederaufnahmeposition bestimmt, kann die Wandsäge nach der Unterbrechung vom Bediener aus der Parkposition mittels der motorischen Vorschubeinheit 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. Zum Demontieren des ersten Equipments (erstes Sägeblatt und erster Blattschutz) und Montieren des zweiten Equipments (zweites Sägeblatt und zweiter Blattschutz) verfährt der Bediener den Sägekopf in eine für ihn geeignete Montageposition. 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.

[0010] In einer bevorzugten Ausführung 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 des Sägearms 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.

[0011] Bei der Berechnung der Parkposition für einen Wechsel des Sägeblattes und/oder des Blattschutzes sind zu unterscheiden: Der Wechsel findet an einem freien Endpunkt ohne Hindernis statt (erste Ausführungsform), das Sägeblatt wird an einem Hindernis ohne Blattschutz gewechselt (zweite Ausführungsform), das Sägeblatt und der Blattschutz werden an einem Hindernis auf das zweite Sägeblatt ohne Blattschutz gewechselt (dritte Ausführungsform) und das Sägeblatt und der Blattschutz werden an einem Hindernis auf ein zweites Sägeblatt und einen zweiten Blattschutz gewechselt (vierte Ausführungsform).

[0012] In der ersten Ausführungsform stellt der zweite Endpunkt einen freien Endpunkt ohne Hindernis dar und der vor dem Start eingestellte zweite Sägeblattdurchmesser des zweiten Sägeblattes wird für die Berechnung einer ersten Parkposition und einer Wiederaufnahmeposition, die der ersten Parkposition entspricht, herangezogen. Dabei weist die Schwenkachse in der ersten Parkposition einen Abstand zum zweiten Endpunkt von $\sqrt{h_2 \cdot (D \cdot 2 - h_2)} + \delta \sin(\pm \alpha_2)$ auf, wobei $h_2 = h(\pm \alpha_2, D \cdot 2) = D \cdot 2/2 - \Delta - \delta \cdot \cos(\pm \alpha_2)$ die Eindringtiefe des zweiten Sägeblattes in das Werkstück beim zweiten Hauptschnittwinkel mit dem voreingestellten zweiten Sägeblattdurchmesser bezeichnet.

[0013] Alternativ zum voreingestellten zweiten Sägeblattdurchmesser ist der zweite Sägeblattdurchmesser des zweiten Sägeblattes zwischen einem maximalen zweiten Sägeblattdurchmesser und einem minimalen

zweiten Sägeblattdurchmesser einstellbar, wobei der maximale zweite Sägeblattdurchmesser für die Berechnung einer zweiten Parkposition herangezogen wird. Bei einem Sägeblatt verändert sich der Sägeblattdurchmesser durch die Abnutzung bei der Bearbeitung und nimmt im Laufe der Zeit ab, wobei die Differenz zwischen dem maximalen und minimalen zweiten Sägeblattdurchmesser der Höhe der Schneidsegmente entspricht.

[0014] Die Schwenkachse weist in der zweiten Parkposition einen Abstand zum zweiten Endpunkt von $\sqrt{[h_{2,max} \cdot (D_{max} \cdot 2 - h_{2,max})] + \delta \cdot \sin(\pm \alpha_2)}$ auf, wobei $h_{2,max} = h_{max}(\pm \alpha_2, D_{max} \cdot 2) = D_{max} \cdot 2/2 - \Delta - \delta \cdot \cos(\pm \alpha_2)$ die maximale Eindringtiefe des zweiten Sägeblattes in das Werkstück beim zweiten Hauptschnittwinkel mit dem maximalen zweiten Sägeblattdurchmesser bezeichnet. Durch die Berechnung der zweiten Parkposition mit dem maximalen zweiten Sägeblattdurchmesser ist sichergestellt, dass die zweite Parkposition für alle tatsächlichen Sägeblattdurchmesser des zweiten Sägeblattes geeignet ist.

[0015] Die Wandsäge wird nach der Wiederaufnahme der gesteuerten Bearbeitung in eine Wiederaufnahmeposition positioniert, die der zweiten Parkposition entspricht. Die Wiederaufnahme der gesteuerten Bearbeitung in der zweiten Parkposition ist für alle tatsächlichen Sägeblattdurchmesser des zweiten Sägeblattes möglich; sie weist allerdings eine Ungenauigkeit bei der Positionierung auf.

[0016] Bevorzugt wird vor der Wiederaufnahme der gesteuerten Bearbeitung der tatsächliche zweite Sägeblattdurchmesser des zweiten Sägeblattes eingegeben und für die Berechnung einer Wiederaufnahmeposition herangezogen. Die Schwenkachse weist in der neu berechneten Wiederaufnahmeposition einen Abstand zum zweiten Endpunkt von $\sqrt{h_2 \cdot (D_{real} \cdot 2 - h_2)} + \delta \cdot \sin(\pm \alpha_2)$ auf, wobei $h_2 = h(\pm \alpha_2, D_{real} \cdot 2) = D_{real} \cdot 2/2 - \Delta - \delta \cdot \cos(\pm \alpha_2)$ die Eindringtiefe des zweiten Sägeblattes in das Werkstück beim zweiten Hauptschnittwinkel mit dem tatsächlichen zweiten Sägeblattdurchmesser bezeichnet. Die Eingabe des tatsächlichen zweiten Sägeblattdurchmessers ermöglicht eine exakte Steuerung der Wandsäge. Die Parkposition wird so berechnet, dass jeder zulässige Sägeblattdurchmesser für das zweite Sägeblatt montiert werden kann. Durch die Berechnung der Wiederaufnahmeposition mit dem tatsächlichen zweiten Sägeblattdurchmesser kann die Steuerung der Wandsäge über die oberen Austrittspunkte des Sägeblattes erfolgen.

[0017] In den weiteren Ausführungsformen ist der zweite Endpunkt als Hindernis definiert und vor dem Start der gesteuerten Bearbeitung wird zusätzlich ein Montageabstand festgelegt, wobei der Montageabstand für die Berechnung einer dritten bis fünften Parkposition zusätzlich herangezogen wird. Der Montageabstand stellt sicher, dass zwischen dem Hindernis und dem Sägeblatt bzw. zwischen dem Hindernis und dem Blattschutz für den Bediener ein ausreichender Abstand besteht, um das Sägeblatt bzw. den Blattschutz zu greifen.

[0018] Abhängig von den Randbedingungen der Be-

arbeitung berechnet die Kontrolleinheit verschiedene Parkpositionen. Bei der dritten Parkposition werden das erste und zweite Sägeblatt ohne Blattschutze eingesetzt. Bei der vierten Parkposition ist das erste Sägeblatt vom ersten Blattschutz umgeben und die Bearbeitung mit dem zweiten Sägeblatt erfolgt ohne Blattschutz. In der fünften Parkposition erfolgt der Wechsel vom ersten Sägeblatt mit erstem Blattschutz zum zweiten Sägeblatt mit zweitem Blattschutz. Die Parkpositionen müssen die vier Randbedingungen (Demontieren, Montieren, Ausschwenken und Einschwenken) erfüllen und sind abhängig vom ersten Hauptschnittwinkel des ersten Hauptschnittes und vom zweiten Hauptschnittwinkel des zweiten Hauptschnittes.

[0019] Bei der dritten Parkposition erfolgt die Bearbeitung mit dem ersten und zweiten Sägeblatt ohne Blattschutze. Für die Hauptschnittwinkel sind jeweils drei Winkelbereiche -180° bis 0° , 0° bis 90° und 90° bis 180° zu unterscheiden, so dass sich insgesamt neun verschiedene Abstände für die dritte Parkposition ergeben.

[0020] Im ersten Winkelbereich ist der Sägearm vor der Unterbrechung der gesteuerten Bearbeitung unter einem negativen ersten Hauptschnittwinkel zwischen -180° und 0° angeordnet und die Schwenkachse weist in der dritten Parkposition einen Abstand zum zweiten Endpunkt von Maximalwert von $[D_1/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \Delta_{\text{Montage}}]$ für $-180^\circ \leq -\alpha_2 \leq 0^\circ$, Maximalwert von $[D_1/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \delta \cdot \sin(\alpha_2)]$ für $0^\circ < \alpha_2 \leq 90^\circ$ und Maximalwert von $[D_1/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \delta \cdot \sin(90^\circ)]$ für $90^\circ < \alpha_2 \leq 180^\circ$ auf. Für alle negativen ersten Hauptschnittwinkel ist der Verschiebeweg $\delta \cdot \sin(-\alpha_1)$ negativ und daher gilt grundsätzlich $D_1/2 + \delta \cdot \sin(-\alpha_1) < D_1/2 + \Delta_{\text{Montage}}$. Wenn der zweite Durchmesser D_2 grösser als der erste Durchmesser D_1 ist, gilt grundsätzlich $D_1/2 + \Delta_{\text{Montage}} < D_2/2 + \Delta_{\text{Montage}}$.

[0021] Im zweiten Winkelbereich ist der Sägearm vor der Unterbrechung der gesteuerten Bearbeitung unter einem positiven ersten Hauptschnittwinkel zwischen 0° und 90° angeordnet und die Schwenkachse weist in der dritten Parkposition einen Abstand zum zweiten Endpunkt von Maximalwert von $[D_1/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_1/2 + \delta \cdot \sin(\alpha_1)]$ für $-180^\circ \leq -\alpha_2 \leq 0^\circ$, Maximalwert von $[D_1/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_1/2 + \delta \cdot \sin(\alpha_1), D_2/2 + \delta \cdot \sin(\alpha_2)]$ für $0^\circ < \alpha_2 \leq 90^\circ$ und Maximalwert von $[D_1/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \delta \cdot \sin(90^\circ)]$ für $90^\circ < \alpha_2 \leq 180^\circ$ auf. Für alle negativen zweiten Hauptschnittwinkel ist der Verschiebeweg $\delta \cdot \sin(-\alpha_2)$ negativ und daher gilt grundsätzlich $D_2/2 + \delta \cdot \sin(-\alpha_2) < D_2/2 + \Delta_{\text{Montage}}$.

[0022] Im dritten Winkelbereich ist der Sägearm vor der Unterbrechung der gesteuerten Bearbeitung unter einem positiven ersten Hauptschnittwinkel zwischen 90° und 180° angeordnet und die Schwenkachse weist in der dritten Parkposition einen Abstand zum zweiten Endpunkt von Maximalwert von $[D_1/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_1/2 + \delta \cdot \sin(90^\circ)]$ für $-180^\circ \leq -\alpha_2 \leq 0^\circ$ und Maximalwert von $[D_1/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2$

$+ \delta \cdot \sin(90^\circ)]$ für $90^\circ < \alpha_2 \leq 180^\circ$ auf.

[0023] In einer ersten bevorzugten Ausführung wird zur Berechnung der dritten Parkposition für den ersten Durchmesser des ersten Hauptschnittes der voreingestellte erste Sägeblattdurchmesser des ersten Sägeblattes und für den zweiten Durchmesser des zweiten Hauptschnittes der voreingestellte zweite Sägeblattdurchmesser des zweiten Sägeblattes herangezogen. Bevorzugt wird die Wandsäge nach der Wiederaufnahme der gesteuerten Bearbeitung von der Kontrolleinheit in eine Wiederaufnahmeposition positioniert, die der dritten Parkposition entspricht.

[0024] In einer zweiten bevorzugten Ausführung ist der zweite Sägeblattdurchmesser zwischen einem maximalen zweiten Sägeblattdurchmesser und einem minimalen zweiten Sägeblattdurchmesser einstellbar und zur Berechnung der Parkposition für den zweiten Durchmesser des zweiten Hauptschnittes wird der maximale zweite Sägeblattdurchmesser herangezogen. Durch die Berechnung der Parkposition mit dem maximalen zweiten Sägeblattdurchmesser ist sichergestellt, dass die Parkposition für alle tatsächlichen Sägeblattdurchmesser des zweiten Sägeblattes geeignet ist.

[0025] Dabei wird die Wandsäge entweder in eine Wiederaufnahmeposition positioniert, die der Parkposition entspricht, oder vor der Wiederaufnahme der gesteuerten Bearbeitung wird der tatsächliche zweite Sägeblattdurchmesser des zweiten Sägeblattes eingegeben und für die Berechnung einer Wiederaufnahmeposition herangezogen. Die Schwenkachse weist in der Wiederaufnahmeposition einen Abstand zum zweiten Endpunkt von $D_{\text{real}}/2$ für $-180^\circ \leq -\alpha_2 \leq 0^\circ$, $D_{\text{real}}/2 + \delta \cdot \sin(\alpha_2)$ für $0^\circ < \alpha_2 \leq 90^\circ$ und $D_{\text{real}}/2 + \delta \cdot \sin(90^\circ)$ für $90^\circ < \alpha_2 \leq 180^\circ$ auf.

[0026] Bei der dritten Ausführungsform wird vor dem Start der gesteuerten Bearbeitung für das erste Sägeblatt ein erster Blattschutz mit einer ersten Blattschutzbreite festgelegt, wobei die erste Blattschutzbreite aus einem ersten Abstand der Drehachse zur ersten Blattschutzkante und einem zweiten Abstand der Drehachse zur zweiten Blattschutzkante zusammengesetzt ist und der zweite Abstand für die Berechnung der vierten Parkposition zusätzlich herangezogen wird. Bei der Bearbeitung mit dem ersten Blattschutz hängt die vierte Parkposition vom ersten und zweiten Hauptschnittwinkel ab. Für die Hauptschnittwinkel sind jeweils drei Winkelbereiche von -180° bis 0° , 0° bis 90° und 90° bis 180° zu unterscheiden, so dass sich insgesamt neun verschiedene Abstände für die vierte Parkposition ergeben.

[0027] Im ersten Winkelbereich ist der Sägearm vor der Unterbrechung der gesteuerten Bearbeitung unter einem negativen ersten Hauptschnittwinkel zwischen -180° und 0° angeordnet und die Schwenkachse weist in der vierten Parkposition einen Abstand zum zweiten Endpunkt von Maximalwert von $[B_{b.1} + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \Delta_{\text{Montage}}]$ für $-180^\circ \leq -\alpha_2 \leq 0^\circ$, Maximalwert von $[B_{b.1} + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \delta \cdot \sin(\alpha_2)]$ für $0^\circ < \alpha_2 \leq 90^\circ$ und Maximalwert von $[B_{b.1} + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 +$

$\Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \delta \cdot \sin(90^\circ)]$ für $90^\circ < \alpha_2 \leq 180^\circ$ auf.

[0028] Im zweiten Winkelbereich ist der Sägearm vor der Unterbrechung der gesteuerten Bearbeitung unter einem positiven ersten Hauptschnittwinkel zwischen 0° und 90° angeordnet und die Schwenkachse weist in der vierten Parkposition einen Abstand zum zweiten Endpunkt von Maximalwert von $[B_b \cdot 1 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \Delta_{\text{Montage}}, B_b \cdot 1 + \delta \cdot \sin(\alpha_1)]$ für $-180^\circ \leq -\alpha_2 \leq 0^\circ$, Maximalwert von $[B_b \cdot 1 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \Delta_{\text{Montage}}, B_b \cdot 1 + \delta \cdot \sin(\alpha_1), D_2/2 + \delta \cdot \sin(\alpha_2)]$ für $0^\circ < \alpha_2 \leq 90^\circ$ und Maximalwert von $[B_b \cdot 1 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \Delta_{\text{Montage}}, B_b \cdot 1 + \delta \cdot \sin(\alpha_1), D_2/2 + \delta \cdot \sin(90^\circ)]$ für $90^\circ < \alpha_2 \leq 180^\circ$ auf.

[0029] Im dritten Winkelbereich ist der Sägearm vor der Unterbrechung der gesteuerten Bearbeitung unter einem positiven ersten Hauptschnittwinkel zwischen 90° und 180° angeordnet und die Schwenkachse weist in der vierten Parkposition einen Abstand zum zweiten Endpunkt von Maximalwert von $[B_b \cdot 1 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \Delta_{\text{Montage}}, B_b \cdot 1 + \delta \cdot \sin(90^\circ)]$ für $-180^\circ \leq -\alpha_2 \leq 0^\circ$, Maximalwert von $[B_b \cdot 1 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \Delta_{\text{Montage}}, B_b \cdot 1 + \delta \cdot \sin(90^\circ), D_2/2 + \delta \cdot \sin(\alpha_2)]$ für $0^\circ < \alpha_2 \leq 90^\circ$ und Maximalwert von $[B_b \cdot 1 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \Delta_{\text{Montage}}, B_b \cdot 1 + \delta \cdot \sin(90^\circ), D_2/2 + \delta \cdot \sin(90^\circ)]$ für $90^\circ < \alpha_2 \leq 180^\circ$ auf.

[0030] Nach der Wiederaufnahme der gesteuerten Bearbeitung wird die Wandsäge in eine Wiederaufnahmeposition positioniert, die der vierten Parkposition entspricht. Der Sägearm wird in der Wiederaufnahmeposition in den zweiten Hauptschnittwinkel geschwenkt und der Sägekopf wird anschließend in einer, zur positiven Vorschubrichtung entgegen gerichteten, negativen Vorschubrichtung in Richtung des ersten Endpunktes verfahren.

[0031] Bei der vierten Ausführungsform wird vor dem Start der gesteuerten Bearbeitung für das zweite Sägeblatt ein zweiter Blattschutz mit einer zweiten Blattschutzbreite festgelegt, wobei die zweite Blattschutzbreite aus einem ersten Abstand der Drehachse zur ersten Blattschutzkante und einem zweiten Abstand der Drehachse zur zweiten Blattschutzkante zusammengesetzt ist und der zweite Abstand für die Berechnung der fünften Parkposition zusätzlich herangezogen wird. Bei der Bearbeitung mit dem ersten und zweiten Blattschutz hängt die fünfte Parkposition vom ersten und zweiten Hauptschnittwinkel ab. Dabei sind drei Winkelbereiche zu unterscheiden, negative Hauptschnittwinkel, positive Hauptschnittwinkel von 0° bis 90° und positive Hauptschnittwinkel von 90° bis 180° , so dass sich insgesamt neun verschiedene Abstände für die fünfte Parkposition ergeben.

[0032] Im ersten Winkelbereich ist der Sägearm vor der Unterbrechung der gesteuerten Bearbeitung unter einem negativen ersten Hauptschnittwinkel zwischen -180° und 0° angeordnet und die Schwenkachse weist in der fünften Parkposition einen Abstand zum zweiten Endpunkt von Maximalwert von $[B_b \cdot 1 + \Delta_{\text{Montage}}, B_b \cdot 2 + \Delta_{\text{Montage}}]$ für $-180^\circ \leq -\alpha_2 \leq 0^\circ$, Maximalwert von $[B_b \cdot 1 + \Delta_{\text{Montage}}, B_b \cdot 2 + \Delta_{\text{Montage}}, B_b \cdot 2 + \delta \cdot \sin(\alpha_2)]$ für $0^\circ < \alpha_2 \leq 90^\circ$ und Maximalwert von $[B_b \cdot 1 + \Delta_{\text{Montage}}, B_b \cdot 2 +$

$\Delta_{\text{Montage}}, B_b \cdot 2 + \delta \cdot \sin(90^\circ)]$ für $90^\circ < \alpha_2 \leq 180^\circ$ auf.

[0033] Im zweiten Winkelbereich ist der Sägearm vor der Unterbrechung der gesteuerten Bearbeitung unter einem positiven ersten Hauptschnittwinkel zwischen 0° und 90° angeordnet und die Schwenkachse weist in der fünften Parkposition einen Abstand zum zweiten Endpunkt von Maximalwert von $[B_b \cdot 1 + \Delta_{\text{Montage}}, B_b \cdot 2 + \Delta_{\text{Montage}}, B_b \cdot 1 + \delta \cdot \sin(\alpha_1)]$ für $-180^\circ \leq -\alpha_2 \leq 0^\circ$, Maximalwert von $[B_b \cdot 1 + \Delta_{\text{Montage}}, B_b \cdot 2 + \Delta_{\text{Montage}}, B_b \cdot 1 + \delta \cdot \sin(\alpha_1), B_b \cdot 2 + \delta \cdot \sin(\alpha_2)]$ für $0^\circ < \alpha_2 \leq 90^\circ$ und Maximalwert von $[B_b \cdot 1 + \Delta_{\text{Montage}}, B_b \cdot 2 + \Delta_{\text{Montage}}, B_b \cdot 1 + \delta \cdot \sin(\alpha_1), B_b \cdot 2 + \delta \cdot \sin(90^\circ)]$ für $90^\circ < \alpha_2 \leq 180^\circ$ auf.

[0034] Im dritten Winkelbereich ist der Sägearm vor der Unterbrechung der gesteuerten Bearbeitung unter einem positiven ersten Hauptschnittwinkel zwischen 90° und 180° angeordnet und die Schwenkachse weist in der fünften Parkposition einen Abstand zum zweiten Endpunkt von Maximalwert von $[B_b \cdot 1 + \Delta_{\text{Montage}}, B_b \cdot 2 + \Delta_{\text{Montage}}, B_b \cdot 1 + \delta \cdot \sin(90^\circ)]$ für $-180^\circ \leq -\alpha_2 \leq 0^\circ$, Maximalwert von $[B_b \cdot 1 + \Delta_{\text{Montage}}, B_b \cdot 2 + \Delta_{\text{Montage}}, B_b \cdot 1 + \delta \cdot \sin(90^\circ), B_b \cdot 2 + \delta \cdot \sin(\alpha_2)]$ für $0^\circ < \alpha_2 \leq 90^\circ$ und Maximalwert von $[B_b \cdot 1 + \Delta_{\text{Montage}}, B_b \cdot 2 + \Delta_{\text{Montage}}, B_b \cdot 1 + \delta \cdot \sin(90^\circ), B_b \cdot 2 + \delta \cdot \sin(90^\circ)]$ für $90^\circ < \alpha_2 \leq 180^\circ$ auf.

[0035] Nach der Wiederaufnahme der gesteuerten Bearbeitung wird die Wandsäge in eine Wiederaufnahmeposition positioniert, die der fünften Parkposition entspricht. Der Sägearm wird in der Wiederaufnahmeposition in den zweiten Hauptschnittwinkel geschwenkt und der Sägekopf wird anschließend in einer, zur positiven Vorschubrichtung entgegen gerichteten, negativen Vorschubrichtung in Richtung des ersten Endpunktes verfahren.

Ausführungsbeispiele

[0036] 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 Ge-

genstand, 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.

[0037] 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-H das Wandsägesystem der FIG. 1 bei Erstellen eines Trennschnittes zwischen einem ersten Endpunkt, der ein Hindernis darstellt, und einem zweiten freien Endpunkt ohne Hindernis; und
- FIGN. 6A, B das Wandsägesystem der FIG. 1 beim Erstellen eines weiteren Trennschnittes zwischen einem ersten freien Endpunkt ohne Hindernis und einem zweiten Endpunkt, der ein Hindernis darstellt.

[0038] 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 Bearbeitungseinheit 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.

[0039] 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 ein-

taucht. 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.

[0040] 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.

[0041] 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.

[0042] 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.

[0043] 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.

[0044] 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.

[0045] 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. 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 Überschneitbearbeitung bezeichnet wird.

[0046] 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.

[0047] 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.

[0048] 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.

[0049] 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.

[0050] 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° 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.

[0051] 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 $\delta \sin(\pm\alpha)$ und der Verschiebeweg δ_y in Y-Richtung beträgt $\delta \cdot \cos(\pm\alpha)$.

[0052] 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.

[0053] 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 $h = h(\alpha, D)$.

[0054] 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.

[0055] 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.

[0056] 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°), 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 $X(62) = X_{Ref} + \delta \cdot \sin(\alpha) + D/2$.

[0057] 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.

[0058] 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 Blattschutz 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.

[0059] 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°), 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 $X(72) =$

$$X_{\text{Ref}} + \delta \cdot \sin(\alpha) + B_b.$$

[0060] 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).

[0061] 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.

[0062] FIGN. 5A-H 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 einem ersten Endpunkt E_1 , der ein Hindernis darstellt, und einem zweiten Endpunkt E_2 , der einen freien Endpunkt ohne Hindernis darstellt.

[0063] Die Bearbeitung des Trennschnittes erfolgt mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Steuerung eines Wandsägesystems. Der Trennschnitt wird in einer Hauptschnittfolge von mehreren Hauptschnitten erstellt, bis die gewünschte Endtiefe T erreicht ist. Die Hauptschnittfolge umfasst einen Vorschnitt (nullter Hauptschnitt) mit einem nullten Hauptschnittwinkel α_0 des Sägearms 17, einem nullten Durchmesser D_0 und einer nullten Eindringtiefe h_0 des verwendeten Sägeblattes, einen ersten Hauptschnitt mit einem ersten Hauptschnittwinkel α_1 des Sägearms 17, einem ersten Durchmesser D_1 und einer ersten Eindringtiefe h_1 des verwendeten Sägeblattes, einen zweiten Hauptschnitt mit einem zweiten Hauptschnittwinkel α_2 des Sägearms 17, einem zweiten Durchmesser D_2 und einer zweiten Eindringtiefe h_2 des verwendeten Sägeblattes sowie einen dritten Hauptschnitt mit einem dritten Hauptschnittwinkel α_3 des Sägearms 17, einem dritten Durchmesser D_3 und einer dritten Eindringtiefe h_3 des verwendeten Sägeblattes.

[0064] Der Vorschnitt und der erste Hauptschnitt werden von einem ersten Sägeblatt 16.1 mit einem ersten Sägeblattdurchmesser D_1 und einem ersten Blattschutz 21.1 mit einer ersten Blattschutzbreite B_1 durchgeführt. Der nullte Durchmesser D_0 des Vorschnittes und der erste Durchmesser D_1 des ersten Hauptschnittes stimmen mit dem ersten Sägeblattdurchmesser D_1 überein, ebenso stimmen die nullte Breite B_0 des Vorschnittes und die erste Breite B_1 des ersten Hauptschnittes mit der ersten Blattschutzbreite B_1 überein. Der zweite Hauptschnitt und der dritte Hauptschnitt werden von einem zweiten Sägeblatt 16.2 mit einem zweiten Sägeblatt-

durchmesser D_2 und einem zweiten Blattschutz 21.2 mit einer zweiten Blattschutzbreite B_2 durchgeführt. Der zweite Durchmesser D_2 des zweiten Hauptschnittes und der dritte Durchmesser D_3 des dritten Hauptschnittes stimmen mit dem zweiten Sägeblattdurchmesser D_2 überein, ebenso stimmen die zweite Breite B_2 des zweiten Hauptschnittes und die dritte Breite B_3 des dritten Hauptschnittes mit der zweiten Blattschutzbreite B_2 überein.

[0065] Die Hauptschnitte eines Trennschnittes werden vorteilhaft entweder mit einem ziehend angeordneten Sägearm 17 durchgeführt oder der Sägearm 17 wird abwechselnd ziehend und stoßend angeordnet. Die ziehende Anordnung des Sägearms 17 ermöglicht eine stabile Führung des Sägeblattes bei der Bearbeitung und einen schmalen Schnittpalt. 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 reduziert sind.

[0066] Im Ausführungsbeispiel der FIGN. 5A-H erfolgt die Bearbeitung in allen Hauptschnitten mit dem ziehend angeordneten Sägearm 17. Die Bearbeitung des Trennschnittes beginnt am zweiten Endpunkt E_2 . Nach dem Start des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Sägekopf 14 in eine Startposition X_{Start} positioniert, in der die Schwenkachse 23 einen Abstand von $\sqrt{[h_0 - (D_0 - h_0)] - \delta \cdot \sin(\alpha_0)}$ zum zweiten Endpunkt E_2 aufweist, wobei $h_0 = h(\alpha_0, D_0) = D_0/2 - \Delta - \delta \cdot \cos(\alpha_0)$ die Eindringtiefe des Sägeblattes in das Werkstück 24 beim nullten Hauptschnittwinkel α_0 mit dem nullten Durchmesser D_0 , der dem ersten Sägeblattdurchmesser D_1 entspricht, bezeichnet. In der Startposition wird der Sägearm 17, aus der Grundposition 0° in der positiven Drehrichtung 55 in den positiven nullten Hauptschnittwinkel α_0 geschwenkt. Anschließend wird der Sägekopf 14 mit dem geneigten Sägearm 17 und dem rotierenden ersten Sägeblatt 16.1 in der negativen Vorschubrichtung 57 verfahren.

[0067] Da der erste Blattschutz 21.1 montiert ist, erfolgt die Steuerung der Wandsäge 12 am ersten Endpunkt E_1 über die erste Blattschutzkante 71.1 des ersten Blattschutzes 21.1. Der Sägekopf 14 wird angehalten, wenn die Schwenkachse 23 einen Abstand von $B_1/2 - \delta \cdot \sin(-\alpha_1)$ zum ersten Endpunkt E_1 aufweist. Dabei entspricht die erste Breite B_1 des verwendeten Blattschutzes der ersten Blattschutzbreite B_1 des ersten Blattschutzes 21.1. Anschließend wird der Sägearm 17 in der negativen Drehrichtung 54 in den negativen ersten Hauptschnittwinkel $-\alpha_1$ geschwenkt und der Sägekopf 14 mit dem unter $-\alpha_1$ geneigten Sägearm 17 in der positiven Vorschubrichtung 56 verfahren (FIG. 5A). Im Ausführungsbeispiel ist der Übergang vom Vorschnitt zum ersten Teilschnitt ohne Abtragen des Restmaterials erfolgt. Alternativ kann der Vorschnitt mit einem vollständigen Abtragen des Restmaterials beim Vorschnitt oder einem teilweisen Abtragen beendet werden.

[0068] Der Sägekopf 14 wird in der positiven Vorschubrichtung 56 verfahren, bis die Schwenkachse 23

einen Abstand von $\sqrt{[h_1 \cdot (D_1 - h_1)] + \delta \cdot \sin(-\alpha_1)}$ zum zweiten Endpunkt E_2 aufweist, wobei $h_1 = h(-\alpha_1, D_1) = D_1/2 - \Delta - \delta \cdot \cos(-\alpha_1)$ die Eindringtiefe des ersten Sägeblattes 16.1 in das Werkstück 24 beim negativen ersten Hauptschnittwinkel $-\alpha_1$ mit dem ersten Durchmesser D_1 , der dem ersten Sägeblattdurchmesser $D.1$ entspricht, bezeichnet. Anschließend wird der Sägearm 17 in der positiven Drehrichtung 55 in den positiven ersten Hauptschnittwinkel α_1 umgeschwenkt und das Restmaterial abgetragen.

[0069] Zum Wechsel des Sägeblattes vom ersten Sägeblatt 16.1 zum zweiten Sägeblatt 16.2 wird der Sägekopf 14 in eine Parkposition positioniert und der Sägearm 17 aus dem Werkstück 24 ausgeschwenkt, wobei der Sägearm 17 im Ausführungsbeispiel in die Grundposition von 0° geschwenkt wird (FIG. 5B). Dabei können das Positionieren des Sägekopfes 14 in die Parkposition und die Schwenkbewegung des Sägearms 17 nacheinander erfolgen oder gleichzeitig durchgeführt werden.

[0070] Die Parkposition soll verschiedene Randbedingungen erfüllen: Das erste Sägeblatt 16.1 und der erste Blattschutz 21.1 können in der Parkposition demontiert werden. Das zweite Sägeblatt 16.2 und der zweite Blattschutz 21.2 können in der Parkposition montiert werden. Außerdem soll der Fahrweg zum Positionieren des Sägekopfes 14 für den zweiten Hauptschnitt so gering wie möglich sein; im Idealfall entspricht die Parkposition der Startposition für den zweiten Hauptschnitt.

[0071] Da der zweite Endpunkt E_2 einen freien Endpunkt ohne Hindernis darstellt, sind die Demontage des ersten Sägeblattes 16.1 und ersten Blattschutzes 21.1 sowie die Montage des zweiten Sägeblattes 16.2 und zweiten Blattschutzes 21.2 problemlos möglich. Bei der in FIG. 5B dargestellten Parkposition weist die Schwenkachse 23 einen Abstand von $\sqrt{[h_2 \cdot (D_2 - h_2)] + \delta \cdot \sin(\alpha_2)}$ zum zweiten Endpunkt E_2 auf, wobei $h_2 = h(\alpha_2, D_2) = D_2/2 - \Delta - \delta \cdot \cos(\alpha_2)$ die Eindringtiefe des zweiten Sägeblattes 16.2 in das Werkstück 24 beim positiven zweiten Hauptschnittwinkel α_2 mit dem zweiten Durchmesser D_2 , der dem zweiten Sägeblattdurchmesser $D.2$ entspricht, bezeichnet.

[0072] Nach der Montage des zweiten Sägeblattes 16.2 und zweiten Blattschutzes 21.2 sowie der Wiederaufnahme der gesteuerten Bearbeitung wird die Wandsäge 12 von der Kontrolleinheit 29 in eine Wiederaufnahmeposition positioniert, die der Parkposition entspricht. Der Abstand wurde bei der Berechnung der Parkposition so eingestellt, dass der, dem zweiten Endpunkt E_2 zugewandte, zweite obere Austrittspunkt 59.2 des zweiten Sägeblattes 16.2 nach der Schwenkbewegung des Sägearms 17 in den positiven zweiten Hauptschnittwinkel α_2 mit dem zweiten Endpunkt E_2 zusammenfällt (FIG. 5C). Durch diese Positionierung können die Nebenzeiten reduziert werden.

[0073] In der Wiederaufnahmeposition wird der Sägearm 17 in der positiven Drehrichtung 55 in den positiven zweiten Hauptschnittwinkel α_2 geschwenkt. Der Sägekopf 14 wird mit dem, unter dem zweiten Hauptschnitt-

winkel α_2 geneigten, Sägearm 17 und dem rotierenden zweiten Sägeblatt 16.2 in der negativen Vorschubrichtung 57 verfahren. Der Übergang vom zweiten Hauptschnitt zum dritten Hauptschnitt erfolgt analog zum Übergang vom Vorschritt zum ersten Hauptschnitt mit einem vollständigen Abtragen des Restmaterials (FIG. 5D) oder alternativ mit einem teilweisen Abtragen des Restmaterials oder ohne Abtragen des Restmaterials. Die Steuerung der Wandsäge erfolgt mittels der ersten Blattschutzkante 71.2 des zweiten Blattschutzes 21.2.

[0074] In der Praxis ist es üblich, beim Durchtrennen eines Werkstückes den letzten Hauptschnitt mit dem maximalen Schwenkwinkel des Sägearms durchzuführen, um im Bereich der Endpunkte möglichst viel Material abzutragen. Ohne Beschränkung der zulässigen maximalen Schnitttiefe entspricht der maximale Schwenkwinkel $\pm 180^\circ$ und mit Beschränkung kann die zulässige maximale Schnitttiefe für das verwendete Sägeblatt in einen maximalen Schwenkwinkel umgerechnet werden. Im Ausführungsbeispiel entspricht der dritte Hauptschnitt dem letzten Hauptschnitt und wird mit einem dritten Hauptschnittwinkel von -180° durchgeführt.

[0075] Das Positionieren des Sägekopfes 14 für den dritten Hauptschnitt mit dem maximalen Schwenkwinkel von -180° erfolgt mittels des kritischen Winkels α_{krit} von -90° . Der kritische Winkel von -90° muss berücksichtigt werden, da der erste Endpunkt E_1 bei der Schwenkbewegung nicht überschritten werden darf. Die Schwenkachse 23 weist beim kritischen Winkels α_{krit} von -90° einen Abstand von $B.2/2 - \delta \cdot \sin(-90^\circ) = B.2/2 + \delta$ zum ersten Endpunkt E_1 auf. Anschließend wird der Sägearm 17 in den negativen dritten Hauptschnittwinkel von -180° geschwenkt (FIG. 5E).

[0076] Da der dritte Hauptschnitt den letzten Hauptschnitt der Hauptschnittfolge darstellt, erfolgt vor der Bearbeitung des letzten Hauptschnittes eine Eckenbearbeitung des ersten Endpunktes E_1 . Dazu wird der Sägekopf 14 mit dem unter -180° geneigten Sägearm 17 (FIG. 6F) in der negativen Vorschubrichtung 57 verfahren, bis die erste Blattschutzkante 71.2 des zweiten Blattschutzes 21.2 mit dem ersten Endpunkt E_1 zusammenfällt. Die Eckenbearbeitung des ersten Endpunktes E_1 kann verbessert werden, wenn der zweite Blattschutz 21.2 demontiert wird und die Eckenbearbeitung ohne Blattschutz erfolgt. Ohne Blattschutz wird der Sägekopf 14 mit dem unter -180° geneigten Sägearm 17 in der negativen Vorschubrichtung 57 verfahren, bis die erste Sägeblattkante 61.2 des zweiten Sägeblattes 16.2 mit dem ersten Endpunkt E_1 zusammenfällt.

[0077] Nach der Eckenbearbeitung 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. Die Vorschubbewegung des Sägekopfes 14 wird angehalten, wenn die Schwenkachse 23 einen Abstand von $\sqrt{[h_3 \cdot (D_3 - h_3)] + \delta \cdot \sin(180^\circ)} = \sqrt{[h_3 \cdot (D_3 - h_3)]}$ zum zweiten Endpunkt E_2 aufweist, wobei $h_3 = h(-\alpha_3, D_3) = D_3/2 - \Delta - \delta \cdot \cos(-180^\circ) = D_3/2 - \Delta + \delta$ die Eindringtiefe

des Sägeblattes in das Werkstück 24 beim negativen dritten Hauptschnittwinkel $-\alpha_3$ mit dem dritten Durchmesser D_3 , der dem zweiten Sägeblattdurchmesser D_2 entspricht, bezeichnet. Wenn am zweiten Endpunkt E_2 ein Überschnitt erlaubt ist, erfolgt nach dem dritten Hauptschnitt eine Eckenbearbeitung des zweiten Endpunktes E_2 (FIG. 5H).

[0078] Bei dem in FIGN. 5A-H gezeigten Trennschnitt erfolgt die Schwenkbewegung des Sägearms 17 in einen neuen Hauptschnittwinkel jeweils in einer Schwenkbewegung. Bei harten Werkstoffen oder leistungsschwächeren Antriebsmotoren 18 für das Sägeblatt 16 kann es vorteilhaft sein, die Schwenkbewegung des Sägearms 17 in mindestens zwei Schritten mit Zwischenwinkel auszuführen, wobei zwischen den Schwenkbewegungen in die Zwischenwinkel jeweils ein Freischneiden des Sägeblattes 16 erfolgt.

[0079] FIGN. 6A, B zeigen das Wandsägesystem 10 mit der Führungsschiene 11 und der Wandsäge 12 beim Erstellen eines weiteren Trennschnittes zwischen einem ersten Endpunkt E_1 , der einen freien Endpunkt ohne Hindernis darstellt, und einem zweiten Endpunkt E_2 , der ein Hindernis darstellt. Die Steuerung der Wandsäge 12 erfolgt am ersten Endpunkt E_1 über den ersten oberen Austrittspunkt 59 des verwendeten Sägeblattes und am zweiten Endpunkt E_2 über die erste Sägeblattkante 61 (ohne Blattschutz 21) oder die erste Blattschutzkante 71 (mit Blattschutz 21).

[0080] Die Schnittfolge umfasst einen ersten Hauptschnitt mit einem ersten Hauptschnittwinkel α_1 , des Sägearms 17, einem ersten Durchmesser D_1 und einer ersten Eindringtiefe h_1 des verwendeten Sägeblattes sowie einen folgenden zweiten Hauptschnitt mit einem zweiten Hauptschnittwinkel α_2 des Sägearms 17, einem zweiten Durchmesser D_2 und einer zweiten Eindringtiefe h_2 des verwendeten Sägeblattes.

[0081] Der erste Hauptschnitt wird vom ersten Sägeblatt 16.1 und dem ersten Blattschutz 21.1 durchgeführt und der zweite Hauptschnitt wird vom zweiten Sägeblatt 16.2 und dem zweiten Blattschutz 21.2 durchgeführt. Der erste Durchmesser D_1 und die erste Breite B_1 des ersten Hauptschnittes stimmen mit dem ersten Sägeblattdurchmesser D_1 und der ersten Blattschutzbreite B_1 überein. Der zweite Durchmesser D_2 und die zweite Breite B_2 des zweiten Hauptschnittes stimmen mit dem zweiten Sägeblattdurchmesser D_2 und der zweiten Blattschutzbreite B_2 überein.

[0082] Für die Parkposition gelten die Randbedingungen:

- Demontieren des ersten Sägeblattes 16.1 und ersten Blattschutzes 21.1,
- Montieren des zweiten Sägeblattes 16.2 und zweiten Blattschutzes 21.2
- Ausschwenken des Sägearms 17 mit dem ersten Sägeblatt 16.1 aus dem ersten Hauptschnittwinkel α_1 in die Grundposition bei 0° und
- Einschwenken des Sägearms 17 mit dem zweiten

Sägeblatt 16.2 aus der Grundposition bei 0° in den zweiten Hauptschnittwinkel α_2 .

[0083] Das Demontieren des ersten Sägeblattes 16.1 und ersten Blattschutzes 21.1 und das Montieren des zweiten Sägeblattes 16.2 und zweiten Blattschutzes 21.2 erfolgen in der Grundposition des Sägearms 17 bei 0° . Wenn der zweite Endpunkt E_2 , wie im Ausführungsbeispiel ein Hindernis darstellt, wird vor dem Start der gesteuerten Bearbeitung zusätzlich ein Montageabstand Δ_{Montage} festgelegt. Der Montageabstand Δ_{Montage} stellt sicher, dass zwischen dem Hindernis und dem Sägeblatt bzw. zwischen dem Hindernis und dem Blattschutz für den Bediener ein ausreichender Abstand besteht, um das Sägeblatt bzw. den Blattschutz zu greifen; als Montageabstand eignen sich beispielsweise 10 cm.

[0084] Bei einer Bearbeitung mit Blattschutz ist grundsätzlich ein Mindestabstand zum zweiten Endpunkt (E_2) von $B_{b.1} + \Delta_{\text{Montage}}$ für den ersten Blattschutz 21.1 und $B_{b.2} + \Delta_{\text{Montage}}$ für den zweiten Blattschutz 21.2 erforderlich. Da die erste Blattschutzbreite B_1 kleiner ist als die zweite Blattschutzbreite B_2 , ist es bei symmetrischen Blattschutzen ausreichend, die zweite Blattschutzbreite B_2 bei der Berechnung des Mindestabstandes zum Montieren zu berücksichtigen, bei asymmetrischen Blattschutzen müssen beide Mindestabstände berücksichtigt werden. Die Schwenkachse 23 muss einen Abstand von Maximalwert von $[B_{b.1} + \Delta_{\text{Montage}}, B_{b.2} + \Delta_{\text{Montage}}]$ zum Hindernis bei E_2 aufweisen (FIG. 6A).

[0085] Die notwendigen Abstände zum Ausschwenken des ersten Sägeblattes 16.1 und zum Einschwenken des zweiten Sägeblattes 16.2 am zweiten Endpunkt E_2 hängen vom ersten Hauptschnittwinkel α_1 des ersten Hauptschnittes und vom zweiten Hauptschnittwinkel α_2 des zweiten Hauptschnittes ab. Dabei ist zwischen negativen Hauptschnittwinkeln von -180° bis 0° , positiven Hauptschnittwinkel α von 0° bis 90° und positiven Hauptschnittwinkel α von 90° bis 180° zu unterscheiden. Für positive Hauptschnittwinkel α von 90° bis 180° ist der kritische Winkel α_{krit} von $\pm 90^\circ$ zu berücksichtigen, da das Hindernis am zweiten Endpunkt E_2 bei der Schwenkbewegung nicht überschritten werden darf. Die Schwenkachse 23 weist beim kritischen Winkel α_{krit} von $+90^\circ$ einen Abstand zum zweiten Endpunkt E_2 von $B_{b.1} + \delta \sin(90^\circ) = B_{b.1} + \delta$ für den ersten Blattschutz 21.1 und von $B_{b.2} + \delta \sin(90^\circ) = B_{b.2} + \delta$ für den zweiten Blattschutz 21.2 auf (FIG. 6B).

[0086] Bei negativen ersten Hauptschnittwinkeln $-\alpha_1$ von -180° bis 0° erfolgt das Ausschwenken des ersten Sägeblattes 16.1 in die Grundposition bei 0° auf der, dem zweiten Endpunkt E_2 , abgewandten Seite und der Verschiebeweg ist negativ. Für negative zweite Hauptschnittwinkel $-\alpha_2$, positive zweite Hauptschnittwinkel α_2 von 0° bis 90° und positive zweite Hauptschnittwinkel α_2 von 90° bis 180° ergeben sich unterschiedliche Abstände.

[0087] Bei negativen zweiten Hauptschnittwinkeln $-\alpha_2$ erfolgt das Einschwenken des zweiten Sägeblattes 16.2

auf der, dem zweiten Endpunkt E_2 , abgewandten Seite und der zum Einschwenken erforderliche Abstand ist kleiner als der Mindestabstand zum Montieren; die Kontrolleinheit 29 wählt als Parkposition für die Wandsäge 12 den Maximalwert von $[B_{b.1} + \Delta_{Montage}, B_{b.2} + \Delta_{Montage}]$. Bei positiven zweiten Hauptschnittwinkeln α_2 zwischen 0° und 90° ist zum Einschwenken des zweiten Sägeblattes 16.2 ein Abstand der Schwenkachse 23 zum Hindernis bei E_2 von $B_{b.2} + \delta \cdot \sin(\alpha_2)$ erforderlich und die Kontrolleinheit 29 wählt als Parkposition für die Wandsäge 12 den Maximalwert von $[B_{b.1} + \Delta_{Montage}, B_{b.2} + \Delta_{Montage}, B_{b.2} + \delta \cdot \sin(\alpha_2)]$ für $0^\circ < \alpha_2 \leq 90^\circ$. Bei positiven zweiten Hauptschnittwinkel α_2 zwischen 90° und 180° beträgt der

zum Einschwenken des zweiten Sägeblattes 16.2 notwendige Abstand der Schwenkachse 23 zum Hindernis $B_{b.2} + \delta \cdot \sin(90^\circ) = B_{b.2} + \delta$ und die Kontrolleinheit 29 wählt als Parkposition für die Wandsäge 12 den Maximalwert von $[B_{b.1} + \Delta_{Montage}, B_{b.2} + \Delta_{Montage}, B_{b.2} + \delta \cdot \sin(90^\circ)]$ für $90^\circ < \alpha_2 \leq 180^\circ$.

[0088] Bei positiven ersten Hauptschnittwinkel α_1 von 0° bis 90° erfolgt das Ausschwenken des ersten Sägeblattes 16.1 in die Grundposition auf der, dem zweiten Endpunkt E_2 , zugewandten Seite. Zum Ausschwenken des ersten Sägeblattes 16.1 ist ein Abstand der Schwenkachse 23 von $B_{b.1} + \delta \cdot \sin(\alpha_1)$ zum Hindernis erforderlich. Für negative zweite Hauptschnittwinkel $-\alpha_2$, positive zweite Hauptschnittwinkel α_2 von 0° bis 90° und positive zweite Hauptschnittwinkel α_2 von 90° bis 180° ergeben sich unterschiedliche Abstände.

[0089] Bei negativen zweiten Hauptschnittwinkeln α_2 erfolgt das Einschwenken des zweiten Sägeblattes 16.2 auf der abgewandten Seite des Hindernisses und die Kontrolleinheit 29 wählt als Parkposition für die Wandsäge 12 den Maximalwert von $[B_{b.1} + \Delta_{Montage}, B_{b.2} + \Delta_{Montage}, B_{b.1} + \delta \cdot \sin(\alpha_1)]$. Bei positiven zweiten Hauptschnittwinkeln α_2 von 0° bis 90° ist zum Einschwenken des zweiten Sägeblattes 16.2 ein Abstand der Schwenkachse 23 von $B_{b.2} + \delta \cdot \sin(\alpha_2)$ zum Hindernis erforderlich und die Kontrolleinheit 29 wählt als Parkposition für die Wandsäge 12 den Maximalwert von $[B_{b.1} + \Delta_{Montage}, B_{b.2} + \Delta_{Montage}, B_{b.1} + \delta \cdot \sin(\alpha_1), B_{b.2} + \delta \cdot \sin(\alpha_2)]$. Bei positiven zweiten Hauptschnittwinkeln α_2 von 90° bis 180° ist zum Einschwenken des zweiten Sägeblattes 16.2 ein Abstand der Schwenkachse 23 von $B_{b.2} + \delta \cdot \sin(90^\circ) = B_{b.2} + \delta$ zum Hindernis erforderlich und die Kontrolleinheit 29 wählt als Parkposition für die Wandsäge 12 den Maximalwert von $[B_{b.1} + \Delta_{Montage}, B_{b.2} + \Delta_{Montage}, B_{b.2} + \delta \cdot \sin(90^\circ)]$.

[0090] Bei positiven ersten Hauptschnittwinkel α_1 von 90° bis 180° erfolgt das Ausschwenken des ersten Sägeblattes 16.1 in die Grundposition auf der, dem zweiten Endpunkt E_2 , zugewandten Seite; zum Ausschwenken des ersten Sägeblattes 16.1 ist ein Abstand der Schwenkachse 23 von $B_{b.1} + \delta \cdot \sin(90^\circ) = B_{b.1} + \delta$ zum Hindernis bei E_2 erforderlich. Für negative zweite Hauptschnittwinkel $-\alpha_2$, positive zweite Hauptschnittwinkel α_2 von 0° bis 90° und positive zweite Hauptschnittwinkel α_2

von 90° bis 180° ergeben sich unterschiedliche Abstände.

[0091] Bei negativen zweiten Hauptschnittwinkeln α_2 erfolgt das Einschwenken des zweiten Sägeblattes 16.2 auf der dem Hindernis abgewandten Seite und die Kontrolleinheit 29 wählt als Parkposition für die Wandsäge 12 den Maximalwert von $[B_{b.1} + \Delta_{Montage}, B_{b.2} + \Delta_{Montage}, B_{b.1} + \delta \cdot \sin(90^\circ)]$. Bei positiven zweiten Hauptschnittwinkeln α_2 von 0° bis 90° ist zum Einschwenken des zweiten Sägeblattes 16.2 ein Abstand der Schwenkachse 23 von $B_{b.2} + \delta \cdot \sin(\alpha_2)$ zum Hindernis erforderlich und die Kontrolleinheit 29 wählt als Parkposition für die Wandsäge 12 den Maximalwert von $[B_{b.1} + \Delta_{Montage}, B_{b.2} + \Delta_{Montage}, B_{b.1} + \delta \cdot \sin(90^\circ), B_{b.2} + \delta \cdot \sin(\alpha_2)]$. Bei positiven zweiten Hauptschnittwinkeln α_2 von 90° bis 180° ist zum Einschwenken des zweiten Sägeblattes 16.2 ein Abstand der Schwenkachse 23 von $B_{b.2} + \delta \cdot \sin(90^\circ) = B_{b.2} + \delta$ zum Hindernis erforderlich und die Kontrolleinheit 29 wählt als Parkposition für die Wandsäge 12 den Maximalwert von $[B_{b.1} + \Delta_{Montage}, B_{b.2} + \Delta_{Montage}, B_{b.1} + \delta \cdot \sin(90^\circ), B_{b.2} + \delta \cdot \sin(90^\circ)]$.

[0092] Wenn die Bearbeitung des ersten und/oder zweiten Teilschnittes ohne Blattschutz durchgeführt wird, wird die zweite Sägeblattkante 62 statt der zweiten Blattschutzkante 72 zur Berechnung der Mindestabstände für die Parkposition herangezogen und die zweite Blattschutzbreite $B.2$ wird den Sägeblattdurchmesser $D.2$ des zweiten Sägeblattes 16.2 ersetzt.

[0093] Bei den in FIGN. 5A-H und FIGN. 6A, B gezeigten Trennschnitten erfolgt die Schwenkbewegung des Sägearms 17 in die Hauptschnittwinkel jeweils in einer Schwenkbewegung. Bei harten Werkstoffen oder leistungsschwächeren Antriebsmotoren 18 für das Sägeblatt kann es vorteilhaft sein, die Schwenkbewegung des Sägearms 17 in mindestens zwei Schritten mit Zwischenwinkel auszuführen, wobei zwischen den Schwenkbewegungen in die Zwischenwinkel jeweils ein Freischneiden des Sägeblattes erfolgt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Wandsägesystems (10) umfassend 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, einem ersten Sägeblatt (16.1) und einem größeren, zweiten Sägeblatt (16.2) beim Erstellen eines Trennschnittes (51) der Endtiefe (T) in einem Werkstück (24) der Werkstückdicke (d) zwischen einem ersten Endpunkt (E_1) und einem zweiten Endpunkt (E_2), wobei das erste oder zweite Sägeblatt (16) an einem, um eine Schwenkachse (23) schwenkbaren, Sägearm (17) des Sägekopfes (14) befestigt und um eine Drehachse (19) angetrieben wird, mit:

- vor dem Start einer von einer Kontrolleinheit (29) der Wandsäge (12) gesteuerten Bearbeitung des Trennschnittes (51) werden zumindest der erste Sägeblattdurchmesser (D₁) des ersten Sägeblattes (16.1), der zweite Sägeblattdurchmesser (D₂) des zweiten Sägeblattes (16.2), die Positionen des ersten und zweiten Endpunktes (E₁, E₂) in Vorschubrichtung (28), die Endtiefe (T) des Trennschnittes (51) und eine Hauptschnittfolge von m Hauptschnitten, m ≥ 2 bestimmt, wobei die Hauptschnittfolge zumindest einen ersten Hauptschnitt mit einem ersten Hauptschnittwinkel (α₁) des Sägearms (17) und einem ersten Durchmesser (D₁) des beim ersten Hauptschnitt verwendeten Sägeblattes sowie einen folgenden zweiten Hauptschnitt mit einem zweiten Hauptschnittwinkel (α₂) des Sägearms (17) und einem zweiten Durchmesser (D₂) des beim zweiten Hauptschnitt verwendeten Sägeblattes umfasst,
 - während der von der Kontrolleinheit (29) gesteuerten Bearbeitung werden
 - der Sägearm (17) mit dem ersten Sägeblatt (16.1) in einer positiven Drehrichtung (55) unter dem positiven ersten Hauptschnittwinkel (+α₁) oder in einer, zur positiven Drehrichtung (55) entgegen gerichteten, negativen Drehrichtung (54) unter dem negativen ersten Hauptschnittwinkel (-α₁) angeordnet und
 - der Sägekopf (14) in einer positiven Vorschubrichtung (56) in Richtung des zweiten Endpunktes (E₂) verfahren,
- dadurch gekennzeichnet, dass** nach der Bearbeitung des Trennschnittes (51) mit dem ersten Sägeblatt (16.1) die gesteuerte Bearbeitung des Trennschnittes von der Kontrolleinheit (29) unterbrochen wird und die Wandsäge (12) von der Kontrolleinheit (29) in eine Parkposition bewegt wird.
- 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wandsäge (12) nach dem Wechsel vom ersten Sägeblatt (16.1) zum zweiten Sägeblatt (16.2) und der Wiederaufnahme der gesteuerten Bearbeitung von der Kontrolleinheit (29) in eine Wiederaufnahmeposition positioniert wird.
- 3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **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 zweite Endpunkt (E₂) einen freien Endpunkt ohne Hindernis darstellt und der vor dem Start eingestellte zweite Sägeblattdurchmesser (D₂) des zweiten Sägeblattes (16.2) für die Berechnung einer ersten Parkposition und einer Wiederaufnahmeposition, die der ersten Parkposition entspricht, herangezogen wird.
- 5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwenkachse (23) in der ersten Parkposition einen Abstand zum zweiten Endpunkt (E₂) von $\sqrt{[h_2 \cdot (D_2 - h_2)] + \delta \cdot \sin(\pm \alpha_2)}$ aufweist, wobei $h_2 = h(\pm \alpha_2, D_2) = D_2/2 - \Delta - \delta \cdot \cos(\pm \alpha_2)$ die Eindringtiefe des verwendeten zweiten Sägeblattes (16.2) in das Werkstück (24) beim zweiten Hauptschnittwinkel (±α₂) mit dem voreingestellten zweiten Sägeblattdurchmesser (D₂) bezeichnet.
- 6. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Endpunkt (E₂) einen freien Endpunkt ohne Hindernis darstellt und der zweite Sägeblattdurchmesser des zweiten Sägeblattes (16.2) zwischen einem maximalen zweiten Sägeblattdurchmesser (D_{max,2}) und einem minimalen zweiten Sägeblattdurchmesser (D_{min,2}) einstellbar ist, wobei der maximale zweite Sägeblattdurchmesser (D_{max,2}) für die Berechnung einer zweiten Parkposition herangezogen wird.
- 7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwenkachse (23) in der zweiten Parkposition einen Abstand zum zweiten Endpunkt (E₂) von $\sqrt{[h_{2,max} \cdot (D_{max,2} - h_{2,max})] + \delta \cdot \sin(\pm \alpha_2)}$ aufweist, wobei $h_{2,max} = h(\pm \alpha_2, D_{max,2}) = D_{max,2}/2 - \Delta - \delta \cdot \cos(\pm \alpha_2)$ die maximale Eindringtiefe des zweiten Sägeblattes (16.2) in das Werkstück (24) beim zweiten Hauptschnittwinkel (±α₂) mit dem maximalen zweiten Sägeblattdurchmesser (D_{max,2}) bezeichnet.
- 8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wandsäge (12) nach der Wiederaufnahme der gesteuerten Bearbeitung in eine Wiederaufnahmeposition positioniert wird, die der zweiten Parkposition entspricht.
- 9. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor der Wiederaufnahme der gesteuerten Bearbeitung der tatsächliche zweite Sägeblattdurchmesser (D_{real,2}) des zweiten Sägeblattes (16.2) eingegeben und für die Berechnung einer Wiederaufnahmeposition herangezogen wird.
- 10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwenkachse (23) in der Wiederaufnahmeposition einen Abstand zum zweiten Endpunkt (E₂) von $\sqrt{[h_2 \cdot (D_{real,2} - h_2)] + \delta \cdot \sin(\pm \alpha_2)}$

aufweist, wobei $h_2 = h(\pm\alpha_2, D_{\text{real},2}) = D_{\text{real},2}/2 - \Delta - \delta \cdot \cos(\pm\alpha_2)$ die Eindringtiefe des zweiten Sägeblattes (16.2) in das Werkstück (24) beim zweiten Hauptschnittwinkel ($\pm\alpha_2$) mit dem tatsächlichen zweiten Sägeblattdurchmesser ($D_{\text{real},2}$) bezeichnet.

11. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Endpunkt (E_2) als Hindernis definiert ist und vor dem Start der gesteuerten Bearbeitung zusätzlich ein Montageabstand (Δ_{Montage}) festgelegt wird, wobei der Montageabstand (Δ_{Montage}) für die Berechnung einer dritten bis fünften Parkposition zusätzlich herangezogen wird. 10
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sägearm (17) vor der Unterbrechung der gesteuerten Bearbeitung unter einem negativen ersten Hauptschnittwinkel ($-\alpha_1$) zwischen -180° und 0° angeordnet ist und die Schwenkachse (23) in der dritten Parkposition einen Abstand zum zweiten Endpunkt (E_2) von Maximalwert von $[D_1/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \Delta_{\text{Montage}}]$ für $-180^\circ \leq -\alpha_2 \leq 0^\circ$, Maximalwert von $[D_1/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \delta \cdot \sin(\alpha_2)]$ für $0^\circ < \alpha_2 \leq 90^\circ$ und Maximalwert von $[D_1/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \delta \cdot \sin(90^\circ)]$ für $90^\circ < \alpha_2 \leq 180^\circ$ aufweist. 20
13. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sägearm (17) vor der Unterbrechung der gesteuerten Bearbeitung unter einem positiven ersten Hauptschnittwinkel ($+\alpha_1$) zwischen 0° und 90° angeordnet ist und die Schwenkachse (23) in der dritten Parkposition einen Abstand zum zweiten Endpunkt (E_2) von Maximalwert von $[D_1/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_1/2 + \delta \cdot \sin(\alpha_1)]$ für $-180^\circ \leq -\alpha_2 \leq 0^\circ$, Maximalwert von $[D_1/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_1/2 + \delta \cdot \sin(\alpha_1), D_2/2 + \delta \cdot \sin(\alpha_2)]$ für $0^\circ < \alpha_2 \leq 90^\circ$ und Maximalwert von $[D_1/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \delta \cdot \sin(90^\circ)]$ für $90^\circ < \alpha_2 \leq 180^\circ$ aufweist. 30
14. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sägearm (17) vor der Unterbrechung der gesteuerten Bearbeitung unter einem positiven ersten Hauptschnittwinkel ($+\alpha_1$) zwischen 90° und 180° angeordnet ist und die Schwenkachse (23) in der dritten Parkposition einen Abstand zum zweiten Endpunkt (E_2) von Maximalwert von $[D_1/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_1/2 + \delta \cdot \sin(90^\circ)]$ für $-180^\circ \leq -\alpha_2 \leq 0^\circ$ und Maximalwert von $[D_1/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \Delta_{\text{Montage}}, D_2/2 + \delta \cdot \sin(90^\circ)]$ für $90^\circ < \alpha_2 \leq 180^\circ$ aufweist. 40
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Berechnung der dritten Parkposition für den ersten Durchmesser (D_1) des ersten Hauptschnittes der voreingestellte erste 55

Sägeblattdurchmesser (D_1) des ersten Sägeblattes (16.1) und für den zweiten Durchmesser (D_2) des zweiten Hauptschnittes der voreingestellte zweite Sägeblattdurchmesser (D_2) des zweiten Sägeblattes (16.2) herangezogen wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wandsäge (12) nach der Wiederaufnahme der gesteuerten Bearbeitung von der Kontrolleinheit (29) in eine Wiederaufnahmeposition positioniert wird, die der dritten Parkposition entspricht. 5
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Sägeblattdurchmesser zwischen einem maximalen zweiten Sägeblattdurchmesser ($D_{\text{max},2}$) und einem minimalen zweiten Sägeblattdurchmesser ($D_{\text{min},2}$) einstellbar ist und bei der Berechnung der dritten Parkposition für den zweiten Durchmesser (D_2) des zweiten Hauptschnittes der maximale zweite Sägeblattdurchmesser ($D_{\text{max},2}$) herangezogen wird. 10
18. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wandsäge (12) nach der Wiederaufnahme der gesteuerten Bearbeitung von der Kontrolleinheit (29) in eine Wiederaufnahmeposition positioniert wird, die der dritten Parkposition entspricht. 25
19. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor der Wiederaufnahme der gesteuerten Bearbeitung der tatsächliche zweite Sägeblattdurchmesser ($D_{\text{real},2}$) des zweiten Sägeblattes (16.2) eingegeben und für die Berechnung einer Wiederaufnahmeposition herangezogen wird. 30
20. Verfahren nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwenkachse (23) in der Wiederaufnahmeposition einen Abstand zum zweiten Endpunkt (E_2) von $D_{\text{real},2}/2$ für $-180^\circ \leq -\alpha_2 \leq 0^\circ$, $D_{\text{real},2}/2 + \delta \cdot \sin(\alpha_2)$ für $0^\circ < \alpha_2 \leq 90^\circ$ und $D_{\text{real},2}/2 + \delta \cdot \sin(90^\circ)$ für $90^\circ < \alpha_2 \leq 180^\circ$ aufweist. 35
21. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Start der gesteuerten Bearbeitung für das erste Sägeblatt (16.1) ein erster Blattschutz (21.1) mit einer ersten Blattschutzbreite (B_1) festgelegt wird, wobei die erste Blattschutzbreite (B_1) aus einem ersten Abstand (B_a) der Drehachse (19) zur ersten Blattschutzkante (71.1) und einem zweiten Abstand (B_b) der Drehachse (19) zur zweiten Blattschutzkante (72.1) zusammengesetzt ist und der zweite Abstand (B_b) für die Berechnung einer vierten Parkposition zusätzlich herangezogen wird. 40
22. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet,**

- zeichnet, dass** der Sägearm (17) vor der Unterbrechung der gesteuerten Bearbeitung unter einem negativen ersten Hauptschnittwinkel ($-\alpha_1$) zwischen -180° und 0° angeordnet ist und die Schwenkachse (23) in der vierten Parkposition einen Abstand zum zweiten Endpunkt (E_2) von Maximalwert von $[B_b.1 + \Delta_{Montage}, D_2/2 + \Delta_{Montage}]$ für $-180^\circ \leq -\alpha_2 \leq 0^\circ$, Maximalwert von $[B_b.1 + \Delta_{Montage}, D_2/2 + \Delta_{Montage}, D_2/2 + \delta \cdot \sin(\alpha_2)]$ für $0^\circ < \alpha_2 \leq 90^\circ$ und Maximalwert von $[B_b.1 + \Delta_{Montage}, D_2/2 + \Delta_{Montage}, D_2/2 + \delta \cdot \sin(90^\circ)]$ für $90^\circ < \alpha_2 \leq 180^\circ$ aufweist.
23. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sägearm (17) vor der Unterbrechung der gesteuerten Bearbeitung unter einem positiven ersten Hauptschnittwinkel ($+\alpha_1$) zwischen 0° und 90° angeordnet ist und die Schwenkachse (23) in der vierten Parkposition einen Abstand zum zweiten Endpunkt (E_2) von Maximalwert von $[B_b.1 + \Delta_{Montage}, D_2/2 + \Delta_{Montage}, B_b.1 + \delta \cdot \sin(\alpha_1)]$ für $-180^\circ \leq -\alpha_2 \leq 0^\circ$, Maximalwert von $[B_b.1 + \Delta_{Montage}, D_2/2 + \Delta_{Montage}, B_b.1 + \delta \cdot \sin(\alpha_1), D_2/2 + \delta \cdot \sin(\alpha_2)]$ für $0^\circ < \alpha_2 \leq 90^\circ$ und Maximalwert von $[B_b.1 + \Delta_{Montage}, D_2/2 + \Delta_{Montage}, B_b.1 + \delta \cdot \sin(\alpha_1), D_2/2 + \delta \cdot \sin(90^\circ)]$ für $90^\circ < \alpha_2 \leq 180^\circ$ aufweist.
24. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sägearm (17) vor der Unterbrechung der gesteuerten Bearbeitung unter einem positiven ersten Hauptschnittwinkel ($+\alpha_1$) zwischen 90° und 180° angeordnet ist und die Schwenkachse (23) in der vierten Parkposition einen Abstand zum zweiten Endpunkt (E_2) von Maximalwert von $[B_b.1 + \Delta_{Montage}, D_2/2 + \Delta_{Montage}, B_b.1 + \delta \cdot \sin(90^\circ)]$ für $-180^\circ \leq -\alpha_2 \leq 0^\circ$, Maximalwert von $[B_b.1 + \Delta_{Montage}, D_2/2 + \Delta_{Montage}, B_b.1 + \delta \cdot \sin(90^\circ), D_2/2 + \delta \cdot \sin(\alpha_2)]$ für $0^\circ < \alpha_2 \leq 90^\circ$ und Maximalwert von $[B_b.1 + \Delta_{Montage}, D_2/2 + \Delta_{Montage}, B_b.1 + \delta \cdot \sin(90^\circ), D_2/2 + \delta \cdot \sin(90^\circ)]$ für $90^\circ < \alpha_2 \leq 180^\circ$ aufweist.
25. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Start der gesteuerten Bearbeitung für das zweite Sägeblatt (16.2) ein zweiter Blattschutz (21.2) mit einer zweiten Blattschutzbreite (B.2) festgelegt wird, wobei die zweite Blattschutzbreite (B.2) aus einem ersten Abstand ($B_a.2$) der Drehachse (19) zur ersten Blattschutzkante (71.2) und einem zweiten Abstand ($B_b.2$) der Drehachse (19) zur zweiten Blattschutzkante (72.2) zusammengesetzt ist und der zweite Abstand ($B_b.2$) für die Berechnung der fünften Parkposition zusätzlich herangezogen wird.
26. Verfahren nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sägearm (17) vor der Unterbrechung der gesteuerten Bearbeitung unter einem negativen ersten Hauptschnittwinkel ($-\alpha_1$) zwischen -180° und 0° angeordnet ist und die Schwenkachse (23) in der fünften Parkposition einen Abstand zum zweiten Endpunkt (E_2) von Maximalwert von $[B_b.1 + \Delta_{Montage}, B_b.2 + \Delta_{Montage}]$ für $-180^\circ \leq -\alpha_2 \leq 0^\circ$, Maximalwert von $[B_b.1 + \Delta_{Montage}, B_b.2 + \Delta_{Montage}, B_b.2 + \delta \cdot \sin(\alpha_2)]$ für $0^\circ < \alpha_2 \leq 90^\circ$ und Maximalwert von $[B_b.1 + \Delta_{Montage}, B_b.2 + \Delta_{Montage}, B_b.2 + \delta \cdot \sin(90^\circ)]$ für $90^\circ < \alpha_2 \leq 180^\circ$ aufweist.
27. Verfahren nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sägearm (17) vor der Unterbrechung der gesteuerten Bearbeitung unter einem positiven ersten Hauptschnittwinkel ($+\alpha_1$) zwischen 0° und 90° angeordnet ist und die Schwenkachse (23) in der fünften Parkposition einen Abstand zum zweiten Endpunkt (E_2) von Maximalwert von $[B_b.1 + \Delta_{Montage}, B_b.2 + \Delta_{Montage}, B_b.1 + \delta \cdot \sin(\alpha_1)]$ für $-180^\circ \leq -\alpha_2 \leq 0^\circ$, Maximalwert von $[B_b.1 + \Delta_{Montage}, B_b.2 + \Delta_{Montage}, B_b.1 + \delta \cdot \sin(\alpha_1), B_b.2 + \delta \cdot \sin(\alpha_2)]$ für $0^\circ < \alpha_2 \leq 90^\circ$ und Maximalwert von $[B_b.1 + \Delta_{Montage}, B_b.2 + \Delta_{Montage}, B_b.1 + \delta \cdot \sin(\alpha_1), B_b.2 + \delta \cdot \sin(90^\circ)]$ für $90^\circ < \alpha_2 \leq 180^\circ$ aufweist.
28. Verfahren nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sägearm (17) vor der Unterbrechung der gesteuerten Bearbeitung unter einem positiven ersten Hauptschnittwinkel ($+\alpha_1$) zwischen 90° und 180° angeordnet ist und die Schwenkachse (23) in der fünften Parkposition einen Abstand zum zweiten Endpunkt (E_2) von Maximalwert von $[B_b.1 + \Delta_{Montage}, B_b.2 + \Delta_{Montage}, B_b.1 + \delta \cdot \sin(90^\circ)]$ für $-180^\circ \leq -\alpha_2 \leq 0^\circ$, Maximalwert von $[B_b.1 + \Delta_{Montage}, B_b.2 + \Delta_{Montage}, B_b.1 + \delta \cdot \sin(90^\circ), B_b.2 + \delta \cdot \sin(\alpha_2)]$ für $0^\circ < \alpha_2 \leq 90^\circ$ und Maximalwert von $[B_b.1 + \Delta_{Montage}, B_b.2 + \Delta_{Montage}, B_b.1 + \delta \cdot \sin(90^\circ), B_b.2 + \delta \cdot \sin(90^\circ)]$ für $90^\circ < \alpha_2 \leq 180^\circ$ aufweist.

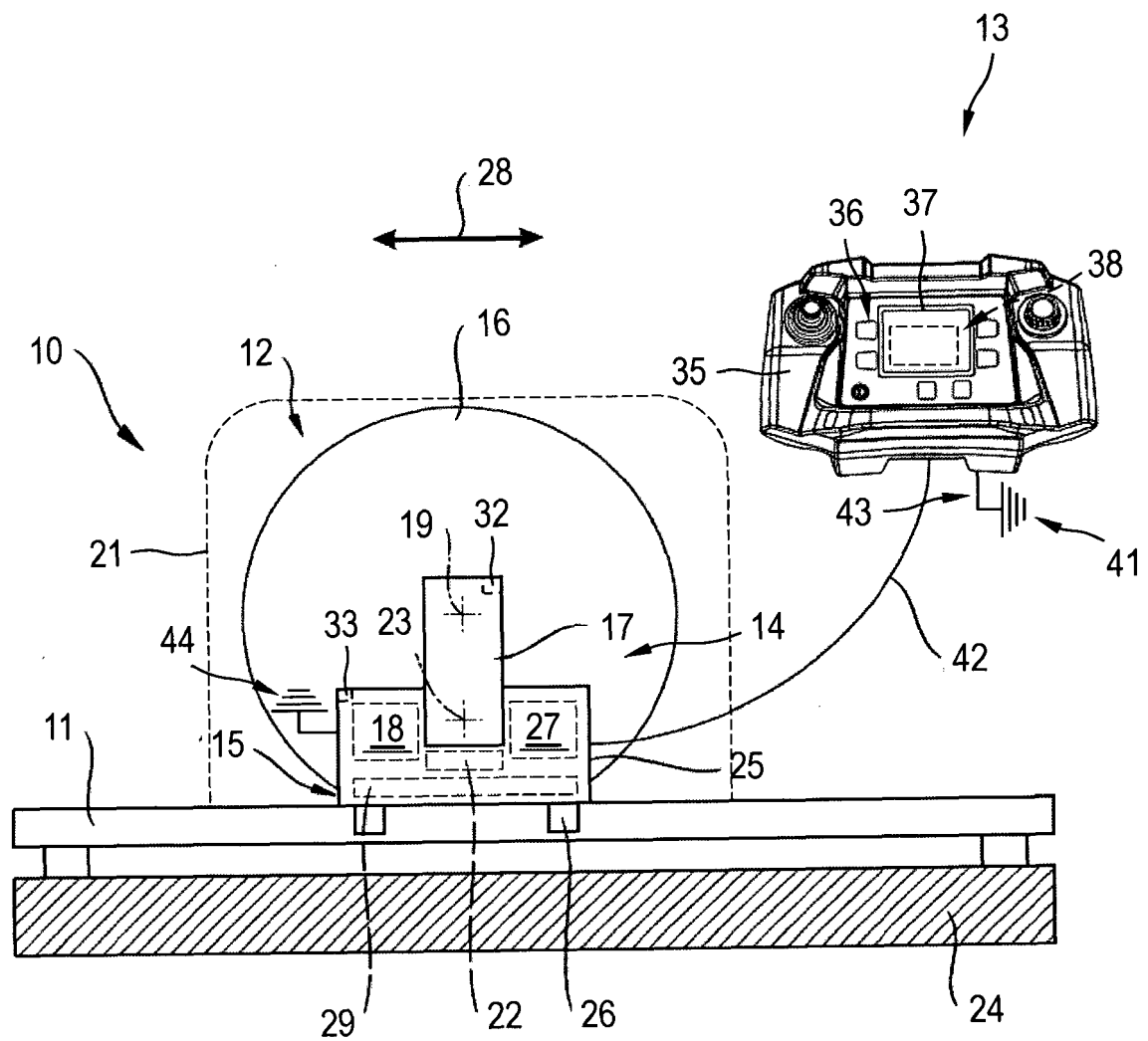


FIG. 1

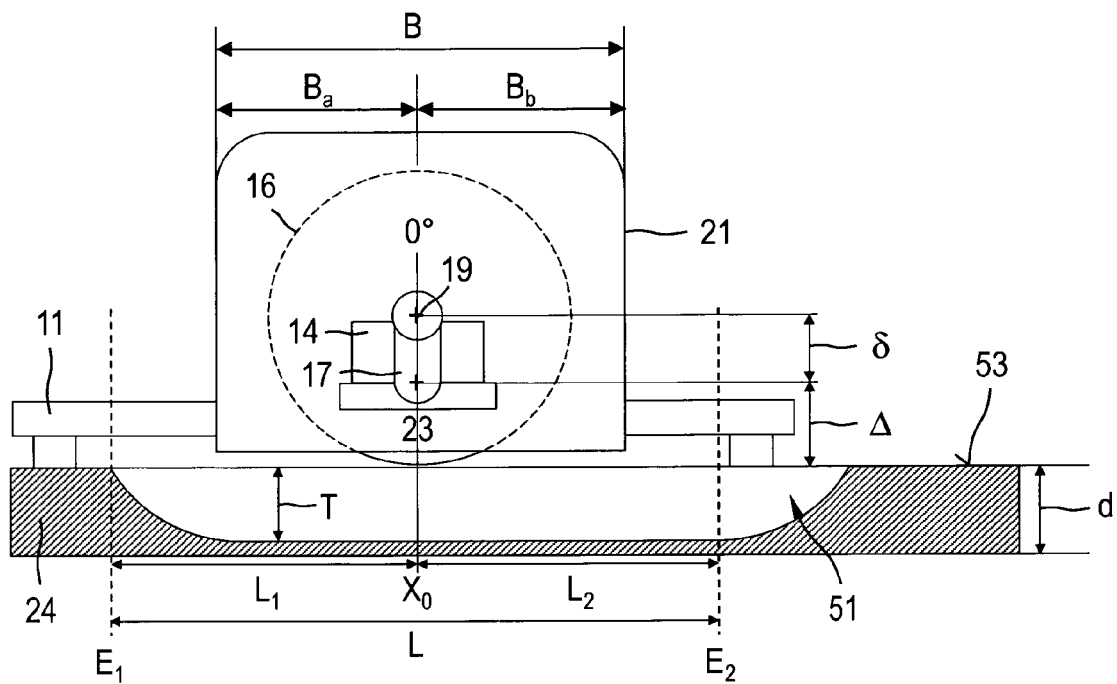


FIG. 2A

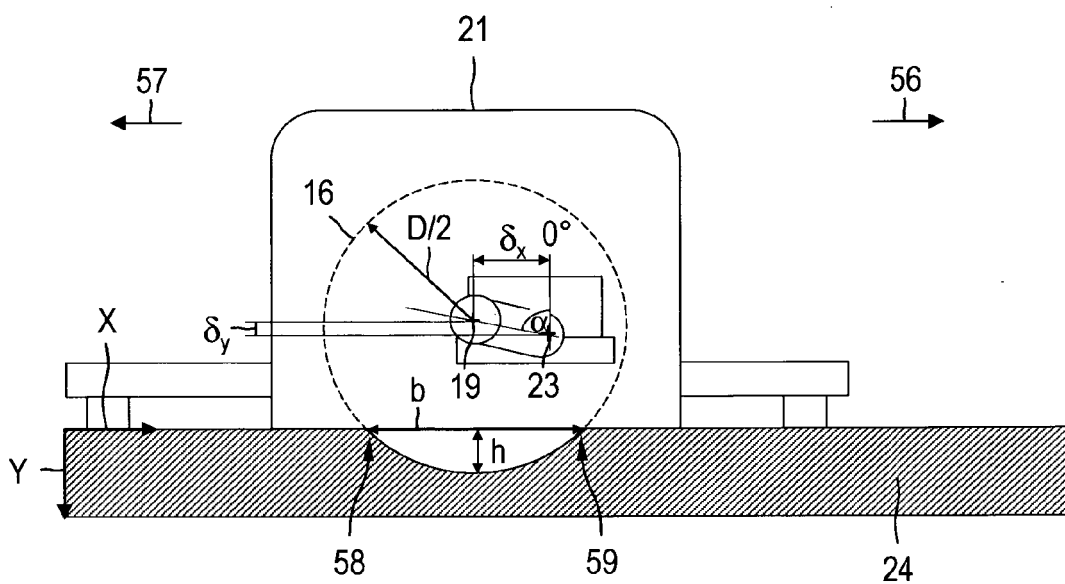


FIG. 2B

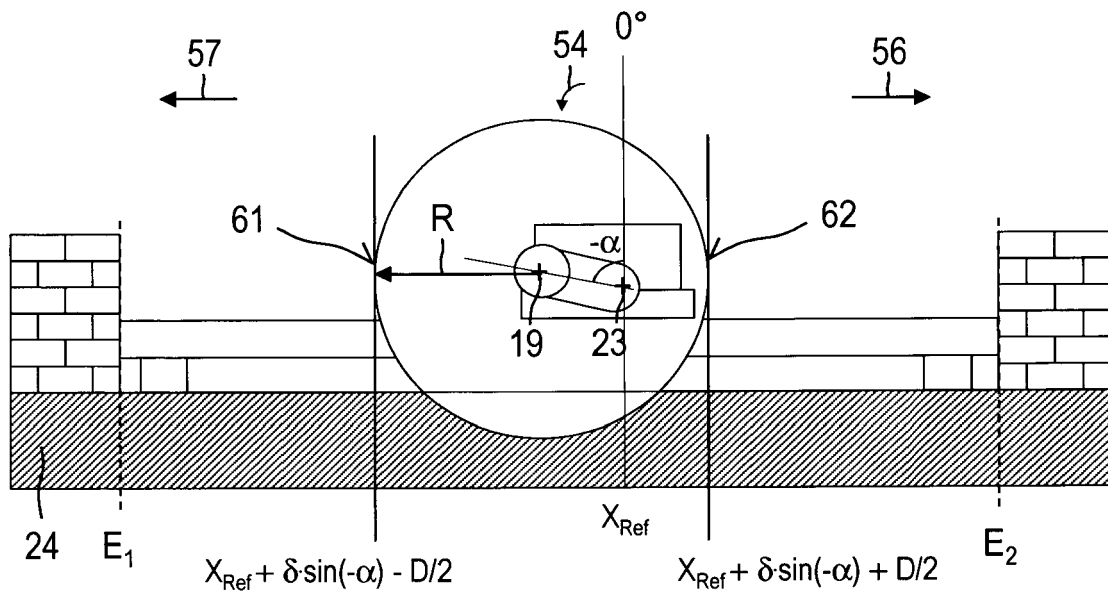


FIG. 3A

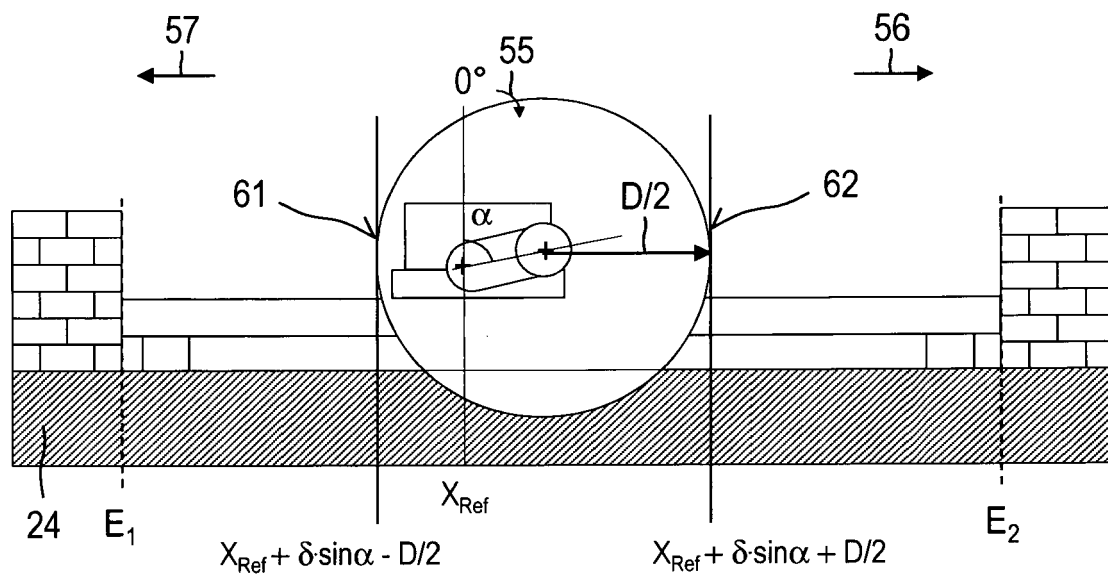


FIG. 3B

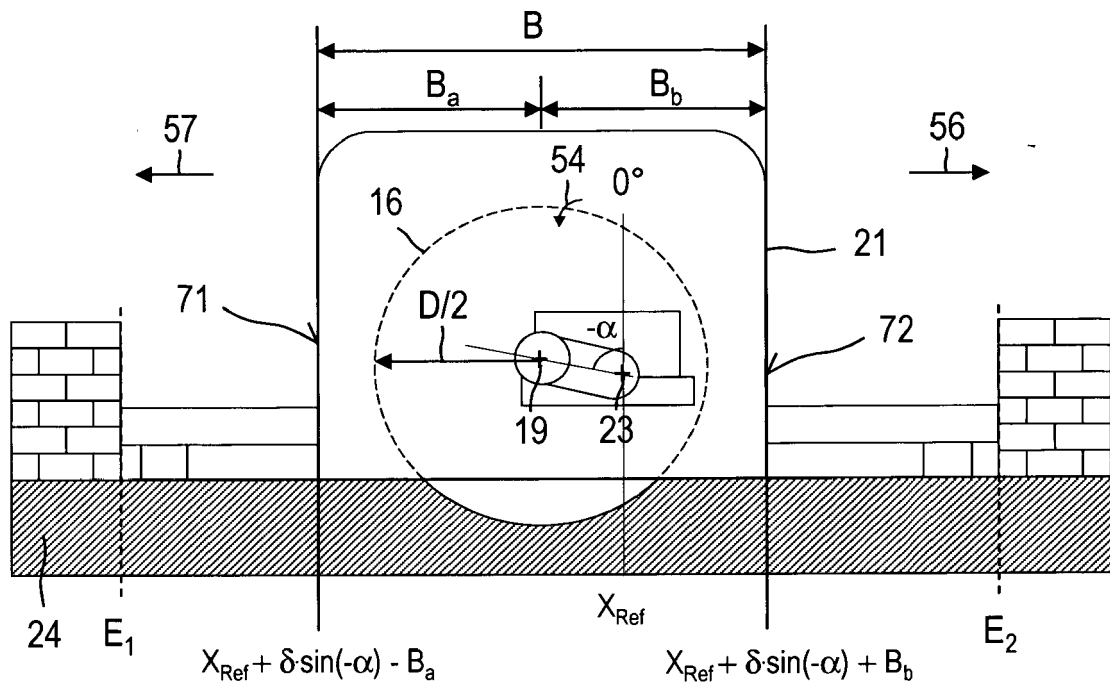


FIG. 4A

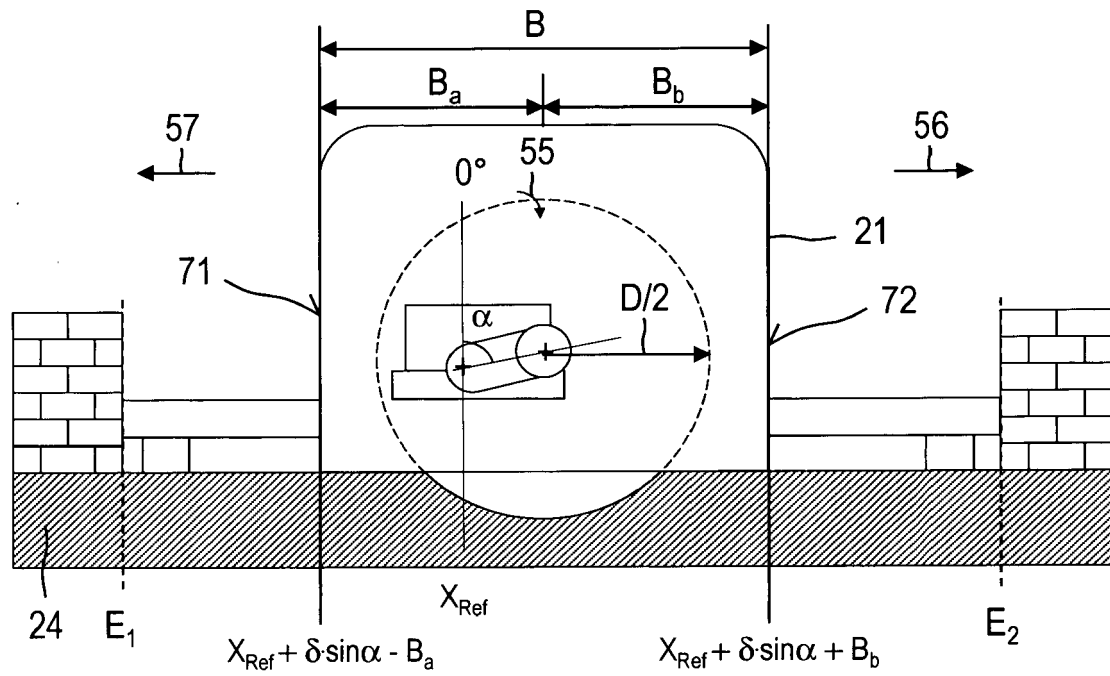


FIG. 4B

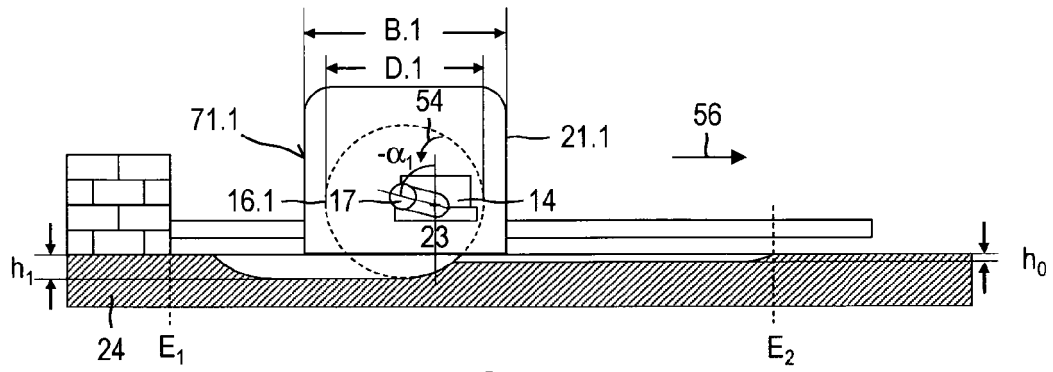


FIG. 5A

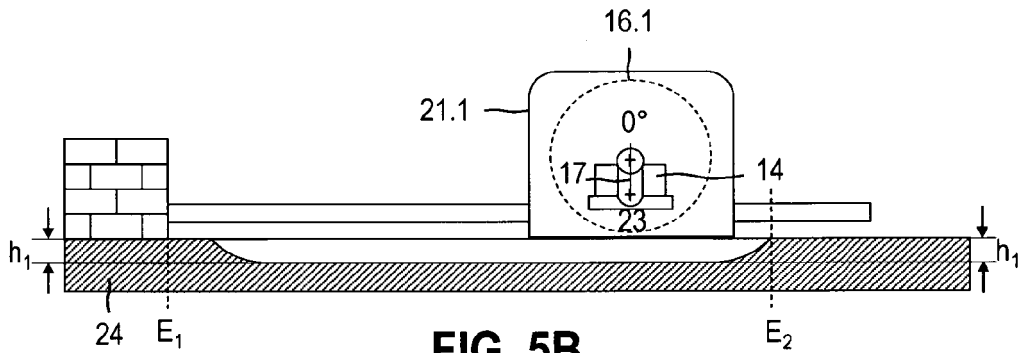


FIG. 5B

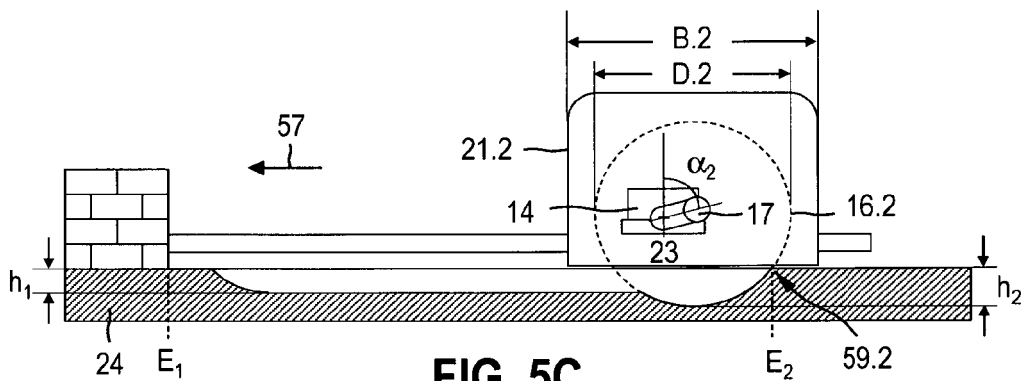


FIG. 5C

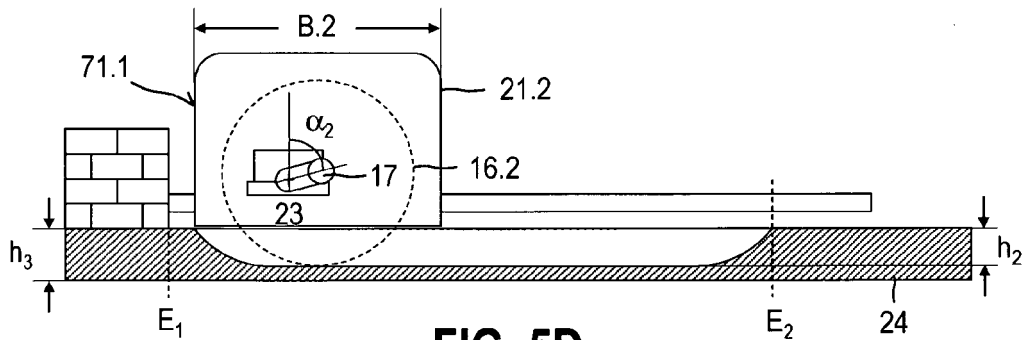
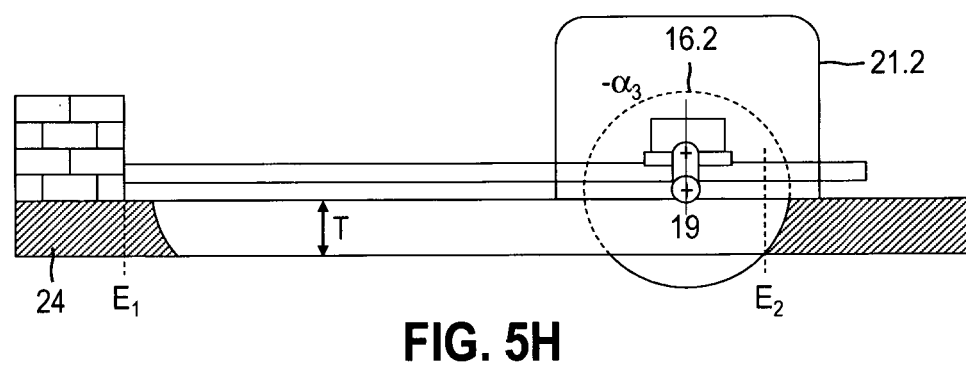
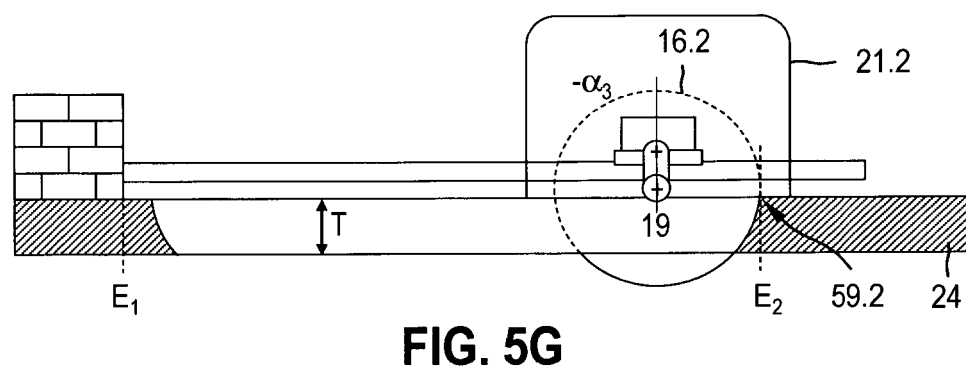
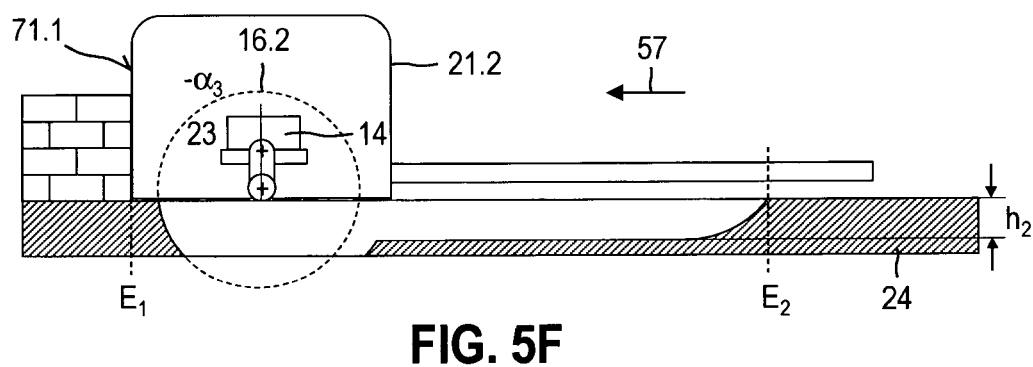
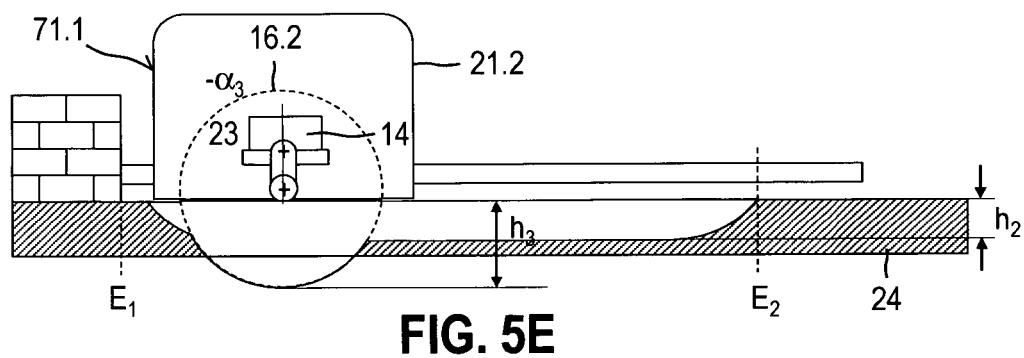
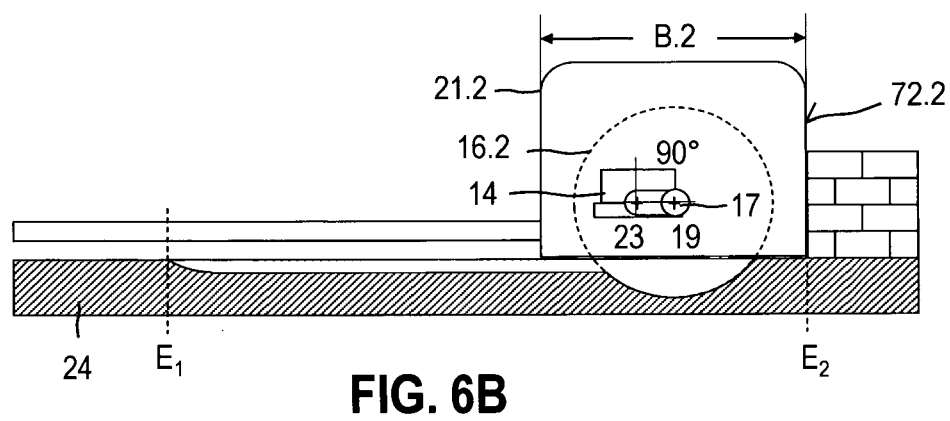
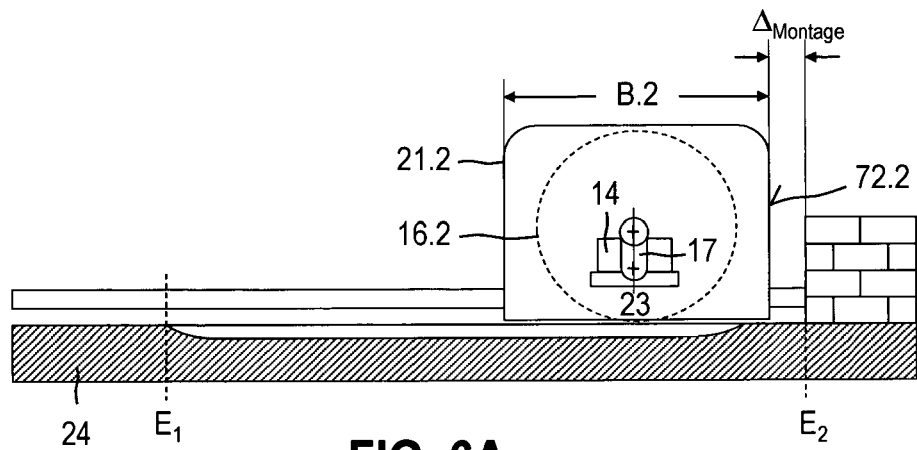


FIG. 5D







EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 00 3099

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D	EP 1 693 173 B1 (HILTI AG [LI]) 27. November 2013 (2013-11-27) * Absätze [0011], [0014], [0015], [0020], [0022]; Abbildung 3 *	1-5	INV. B28D1/04 B28D7/00
A	WO 2014/124931 A1 (HILTI AG [LI]) 21. August 2014 (2014-08-21) * Ansprüche; Abbildungen *	1-28	
A	WO 2014/124912 A1 (HILTI AG [LI]) 21. August 2014 (2014-08-21) * Seite 8, Zeilen 6-25; Abbildungen *	1-28	
A	WO 2014/128095 A1 (HILTI AG [LI]) 28. August 2014 (2014-08-28) * Seite 2, Zeile 32 - Seite 3, Zeile 14; Abbildungen *	1-28	
A	JP S49 106678 A (N/A) 9. Oktober 1974 (1974-10-09) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-28	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B28D B23D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		31. März 2015	
		Prüfer	
		Popma, Ronald	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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	
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		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 14 00 3099

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

31-03-2015

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	EP 1693173 B1	27-11-2013	DE 102005000013 A1	31-08-2006
			EP 1693173 A1	23-08-2006
			ES 2440781 T3	30-01-2014
			JP 5201796 B2	05-06-2013
			JP 2006231920 A	07-09-2006
			US 2006189258 A1	24-08-2006
20	WO 2014124931 A1	21-08-2014	DE 102013202445 A1	14-08-2014
			WO 2014124931 A1	21-08-2014
	WO 2014124912 A1	21-08-2014	DE 102013202442 A1	14-08-2014
			WO 2014124912 A1	21-08-2014
25	WO 2014128095 A1	28-08-2014	DE 102013202754 A1	21-08-2014
			WO 2014128095 A1	28-08-2014
30	JP S49106678 A	09-10-1974	KEINE	
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- EP 1693173 B1 [0002]