



(11) **EP 2 205 374 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
15.06.2011 Patentblatt 2011/24

(51) Int Cl.:
B21D 13/04 ^(2006.01) **B21D 53/04** ^(2006.01)
F28F 3/02 ^(2006.01) **F28F 13/12** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08802729.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/008310

(22) Anmeldetag: **01.10.2008**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/049771 (23.04.2009 Gazette 2009/17)

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER TURBULENZVORRICHTUNG SOWIE VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS**

PROCESS FOR PRODUCING A TURBULENCE APPARATUS AND APPARATUS FOR CARRYING OUT THE PROCESS

PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN DISPOSITIF DE FORMATION DE TURBULENCES ET DISPOSITIF EN VUE DE L'EXÉCUTION DU PROCÉDÉ

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **09.10.2007 DE 102007048474**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.07.2010 Patentblatt 2010/28

(73) Patentinhaber: **Behr GmbH & Co. KG
70469 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **PAULIK, Jens**
70825 Korntal-Münchingen (DE)
• **HÄGELE, Jürgen**
70460 Stuttgart (DE)
• **OSWALD, Werner**
72160 Horb a.N. (DE)
• **UTZ, Achim**
71334 Waiblingen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 469 150 WO-A-2004/108320
DE-A1-102008 015 064 GB-A- 2 346 105
US-A- 3 421 353 US-A- 4 047 417

EP 2 205 374 B1

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

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Turbulenzvorrichtung zur Aufnahme in zumindest einem Strömungskanal eines Wärmetauschers eines Kraftfahrzeugs mit folgenden Verfahrensschritten: In einem ersten Verfahrensschritt werden aus einer im Wesentlichen endlos ebenen Blechsteifen mittels zumindest eines umformenden Bearbeitungsvorgangs zumindest eine im Wesentlichen mäanderförmig ausgebildete Turbulenzvorrichtung mit im Wesentlichen glatten Wänden erzeugt, wobei eine Längsrichtung der Wände im Wesentlichen parallel zu einer Vorschubrichtung der Blechsteifen verläuft. In einem zweiten Verfahrensschritt werden Wandabschnitte zumindest unter einem Winkel α bezüglich der Vorschubrichtung verformt derart, dass Hinterschneidungen bezüglich der Vorschubrichtung entstehen.

[0002] Ferner betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10 mit zumindest einem Rollensatz zum sukzessiven Umformen des Blechsteifens, insbesondere der Blechplatte in eine im Wesentlichen mäanderförmige Turbulenzvorrichtung mit im Wesentlichen glatten Wänden, mit zumindest einer Vorrichtung mit Prägewalzen zum Verformen der Wandabschnitte zumindest unter einem Winkel α bezüglich der Vorschubrichtung derart, dass Hinterschneidungen bezüglich der Vorschubrichtung entstehen sowie zumindest eine Vorrichtung zum Zuschneiden der Turbulenzvorrichtung auf eine vorgegebene Länge.

[0003] Bei Wärmetauschern für Kraftfahrzeuge, wie beispielsweise Pkws oder Nkws wird die Ladeluft, die dem Motor zugeführt wird, nach Bedarf mittels eines Wärmetauschers, wie beispielsweise eines Ladeluftkühlers gekühlt. Ferner wird auch ein Teil des rückgeführten Abgases, das beispielsweise der Ladeluft wieder zugeführt wird mittels eines Wärmetauschers, wie beispielsweise eines Abgaskühlers gekühlt. Die Ladeluft und/oder das Abgas können auch in einem Wärmetauscher gekühlt werden, der eine Kombination aus einem Ladeluftkühler und einem Abgaskühler darstellt.

[0004] Zur Erhöhung der Wärmeübertragungsleistung werden in den Strömungskanälen des Wärmetauschers, insbesondere des Ladeluftkühlers und/oder des Abgaskühlers Turbulenzvorrichtungen, wie beispielsweise gewellte Rippen, insbesondere Innenwellrippen, in den Strömungskanälen angeordnet. Die Wellrippen werden dazu in die Strömungskanäle, insbesondere die Rohre eingebracht, wie beispielsweise eingeschoben oder eingeschossen.

[0005] Die Rippen müssen dahingehend optimiert werden, dass zum einen die erzielte Wärmetauscherleistung erhöht wird und zum anderen ein Druckabfall minimiert wird.

[0006] Eine derartige Turbulenzvorrichtung ist beispielsweise in der unveröffentlichten DE 10 2007 014 138.8 dargestellt. Die Rippen weisen dabei im Wesentlichen eine mäanderförmige Struktur auf, wobei dieser mäanderförmigen Struktur in einer, um 90 versetzten Ebene eine im Wesentlichen wellenförmige Struktur überlagert ist.

[0007] Ferner sind in die Wände Einprägungen eingebracht, so dass Strömungsdurchtrittsöffnungen ausgebildet werden können. Diese Einprägungen sind in einer Ebene im Wesentlichen senkrecht zur Längsrichtung der Turbulenzvorrichtung eingebracht. Auf diese Weise entstehen Hinterschneidungen in Richtung einer Ebene, die im Wesentlichen senkrecht zur Längsrichtung der Turbulenzebene ist.

[0008] Aus der DE 102 12 799 C1 ist ein Hohlkammerprofil aus Metall für Wärmetauscher bekannt. Das Hohlkammerprofil weist auf der Außenseite Kühlrippen auf, die quer zur Längsausdehnung des Grundprofils verformt sind. Die Kühlrippen werden dabei allerdings aus denen des Grundprofils verschoben. Dazu wird ein kammartiges Verformungswerkzeug auf das Profil aufgesetzt und gleichzeitig werden alle nebeneinander liegenden Kühlrippen mit einer entsprechenden Verformungskraft beaufschlagt.

[0009] Aus der DE 102 12 300 A1 ist ein gefalztes Mehrkammerflachrohr bekannt. Hierbei handelt es sich um ein in sich geschlossenes Profil, das eine größere Festigkeit aufweist als eine offene Struktur einer Turbulenzvorrichtung, die anschließend in ein Rohr eingeschoben wird. Das gefaltete Mehrkammerflachrohr der DE 102 12 300 A1 wird mittels eines kontinuierlichen Herstellungsverfahrens, wie beispielsweise Rotationsstanzen hergestellt. Schlitzte werden in ein flaches Blechband geschnitten oder gestanzt. Das Stanzen der Durchbrüche erfolgt dabei im Takt auf einer separaten Werkzeugstation vor der Zuführung des Glatbands zur Rohrformmaschine. Ein Stanzen erfolgt somit vor dem Ausbilden des Rohres.

[0010] Aus der DE 201 02 056 U1 ist eine Vorrichtung zum Herstellen von Blechteilen für Klimakanäle bekannt. Hierbei wird ein Blechband von einem Coil abgewickelt und im kontinuierlichen oder quasi kontinuierlichen Durchlauf unter stufenweiser Verformung in eine Endlosrippe überführt. Das Trapezprofil ist lediglich glatt. Anschließend erfolgt ein Abtrennen des Blechbands in einer Schereinheit und anschließend erst wird das gesickte Blechband zu einem Kanal gebogen.

[0011] Aus der GB 2346105A ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen von Blechteilen bekannt. Hierbei werden Wendabschnitte unter einem Winkel bezüglich der Verschubrichtung an ein Blechband verfernt.

[0012] Es ist ferner bekannt, eine Rippe mittels eines Stanzprozesses herzustellen. Hierbei treten jedoch hohe Fertigungszeiten und dem entsprechend hohe Fertigungskosten auf. Darüber hinaus muss für jede Rippenlänge ein eigenes Werkzeug beschafft werden. Ferner müssen Ersatzwerkzeuge bereitgehalten werden.

[0013] Darüber hinaus ist es bekannt, in einem Querwalzprozess Turbulenzvorrichtungen, wie beispielsweise Innenwellrippen herzustellen. Aufgrund der begrenzten Länge müssen bei einem derartigen Prozess unter Umständen meh-

rere kurze Turbulenzvorrichtungen hergestellt werden, die anschließend einzeln in die Rohre der Wärmetauscher eingeführt werden müssen. Hierbei entstehen ebenso hohe Fertigungszeiten und Fertigungskosten, insbesondere durch die Montage. Ferner ist es bekannt den glatten Teil der Rippe mittels eines Längswalzprozesses herzustellen und anschließend die Versetzungen quer zur Längsrichtung der Rippe sowie eventuelle Schnitte für Durchtrittsöffnungen mittels eines anschließenden Stanzprozesses einzubringen. Die Prozesse haben jedoch unterschiedliche Taktzeiten, so dass insbesondere der zeitintensivere Stanzprozess länger dauert als der Längswalzprozess zum Herstellen der Vorstufe der Turbulenzvorrichtung mit lediglich glatten Wänden. Aufgrund des dünnen Ausgangsmaterials ist insbesondere das Ablängen der Turbulenzvorrichtungen auf eine vorgegebene, beliebig frei wählbare Länge schwierig, da die Bereiche in denen ein Schnitt durch die Turbulenzvorrichtung erfolgt, exakt fixiert werden müssen, um einen exakten Schnitt im Wesentlichen ohne Schnittgrate zu erhalten, da die Schnittgrate die Wärmeübertragungsleistung senken und den Druckverlust erhöhen würden. Ein derartiges Ablängen soll an einer beliebigen Stelle der Turbulenzvorrichtung erfolgen können. Aufgrund der komplexen Struktur der Turbulenzvorrichtung mit Hinterschnitten und Versetzungen ist diese Schnittoperation problematisch.

[0014] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung einer Turbulenzvorrichtung zum Einschieben in einen Wärmetauscher zu verbessern. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung bereit zu stellen, bei dem Turbulenzvorrichtungen mit einer beliebig vorgegebenen Länge und mit einem im Wesentlichen mäanderartigen Profil, welches über Schnitte und/oder Versetzungen und Einprägungen im Wesentlichen quer zur Längsrichtung der Turbulenzvorrichtung verfügt, im Wesentlichen ohne Schnittgrate an den Schnittstellen herzustellen.

[0015] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 11 gelöst.

[0016] Es wird ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung einer Turbulenzvorrichtung zur Aufnahme in zumindest einem Strömungskanal eines Wärmetauscher, insbesondere eines Ladeluftkühlers und/oder eines Abgaskühlers, eines Kraftfahrzeugs bereitgestellt. Das Verfahren weist dabei die folgenden Verfahrensschritte auf:

[0017] In einem ersten Verfahrensschritt werden aus einem im Wesentlichen endlosen ebenen Blechsteifen mittels zumindest eines umformenden Bearbeitungsvorgangs zumindest eine im Wesentlichen mäanderförmig ausgebildete Turbulenzvorrichtung mit im Wesentlichen glatten Wänden erzeugt, wobei eine Längsrichtung der Wände im Wesentlichen parallel zu einer Vorschubrichtung des Blechsteifens verläuft. In einem zweiten Verfahrensschritt werden Wandabschnitte zumindest unter einem Winkel α bezüglich der Vorschubrichtung verformt derart, dass Hinterschnidungen bezüglich der Vorschubrichtung entstehen. Ein Zuschneiden auf Länge des im Wesentlichen endlosen Blechsteifens in Turbulenzvorrichtungen vorgegebener Länge erfolgt vor der Durchführung des zweiten Verfahrensschritts.

[0018] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung erfolgt das Zuschneiden auf Länge vor dem ersten Verfahrensschritt. Auf diese Weise kann die Länge der Turbulenzvorrichtung bereits vor dem Ausbilden der mäanderförmig ausgebildeten Struktur erzeugt werden. Die Matrizierung für einen exakten Schnitt kann auf diese Weise besonders vorteilhaft einfach ausgebildet werden.

[0019] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung erfolgt das Zuschneiden auf Länge zwischen dem ersten Verfahrensschritt und dem zweiten Verfahrensschritt. Auf diese Weise erfolgt das Zuschneiden so spät wie möglich, so dass sich anschließende Verformungsoperationen keine Auswirkungen mehr auf die Schnittkante haben und auf diese Weise besonders vorteilhaft Ungenauigkeiten vermieden werden können.

[0020] In einer besonders vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird vor dem Verformen der Wandabschnitte zumindest ein Schnitt in die mäanderförmig ausgebildete Turbulenzvorrichtung eingebracht. Insbesondere wird der Schnitt unter einem Winkel β eingebracht. Insbesondere beeinflusst der Winkel β den Verlauf der Schnittkante der Hinterschnidungen in Bezug auf die Walzrichtung. Auf diese Weise können Verformungen in die Turbulenzvorrichtung besonders vorteilhaft eingebracht werden, wie beispielsweise Öffnungen zum Durchströmen von einem Fluidstrom, in dem eine Turbulenz erzeugt wird, wie beispielsweise Ladeluft und/oder Abgas oder ein Kühlmittel, wie beispielsweise Luft. Auf diese Weise wird die Turbulenz des Fluids und insbesondere somit die Wärmeübertragung, erhöht bei vertretbarem Ansteigen des Druckverlustes.

[0021] In einer besonders vorteilhaften Weiterbildung nimmt der Winkel α und/oder der Winkel β Werte von 0° bis 90° , insbesondere von $0,5^\circ$ bis 80° an.

[0022] In einer besonders vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist der erste Verfahrensschritt ein Walzverfahren, insbesondere ein Längswalzverfahren. Auf diese Weise können Turbulenzvorrichtungen, insbesondere Rippen mit einer beliebig vorgebbaren Länge hergestellt werden.

[0023] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist der erste Verfahrensschritt 2 bis 40 Zwischenschritte, insbesondere 2 bis 35 Zwischenschritte, insbesondere 2 bis 30 Zwischenschritte auf und umfasst diese. In den Zwischenschritten wird der Blechsteifen sukzessive derart bearbeitet, dass die Breite der so erzeugten im Wesentlichen glatten Turbulenzvorrichtung eine geringere Turbulenzvorrichtungsbreite aufweist als im vorhergehenden Zwischenschritt. Auf diese Weise wird der Blechsteifen derart schonend bearbeitet, insbesondere umgeformt, so dass allmählich die mäanderförmige Struktur entsteht und die Blechdicke der gesamten erzeugten Turbulenzvorrichtung im Wesentlichen gleich ist, so dass es insbesondere zu keinen ungewollten Rissen und Materialausdünnungen kommt.

[0024] In einer besonders vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind die Zwischenschritte Längswalzverfahrensschritte. Auf diese Weise kann besonders vorteilhaft sichergestellt werden, dass Turbulenzvorrichtungen in einer beliebig vorgebbaren Länge erstellt werden können.

[0025] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist die Turbulenzvorrichtung eine Blechdicke von 0,05 mm bis 0,35 mm, insbesondere von 0,05 mm bis 0,25 mm, insbesondere von 0,06 mm bis 0,2 mm, insbesondere von 0,06 mm bis 0,15 mm auf. Auf diese Weise kann durch die Verwendung von dünnem Material besonders vorteilhaft Material eingespart werden und auf diese Weise wertvoller Rohstoff eingespart und Kosten besonders vorteilhaft gesenkt werden.

[0026] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird Bandmaterial für die Blechsteifen von einem Coil abgewickelt und anschließend geführt, dass das Bandmaterial im Wesentlichen eben ist. Auf diese Weise kann das Bandmaterial besonders vorteilhaft platzsparend bevorratet werden und dennoch wird im Wesentlichen ebenes Bandmaterial zur Ausbildung der Turbulenzvorrichtung zur Verfügung gestellt.

[0027] Ferner wird erfindungsgemäß eine Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10 zur Verfügung gestellt. Die Vorrichtung weist zumindest einen Rollensatz zum sukzessiven Umformen des Blechsteifens in eine im Wesentlichen mäanderförmige Turbulenzvorrichtung mit im Wesentlichen glatten Wänden auf. Zumindest eine Vorrichtung mit Prägewalzen, die aus ein bis vier Rollenpaaren bestehen können zum Verformen der Wandabschnitte zumindest unter einem Winkel α bezüglich der Vorschubrichtung derart, dass Hinterschneidungen bezüglich der Vorschubrichtung entstehen. Zumindest eine Vorrichtung zum Zuschneiden der Turbulenzvorrichtung auf eine vorgegebene Länge vorgesehen. Die Vorrichtung zum Zuschneiden ist dem Rollensatz nachgeschaltet und den Prägewalzen vorgeschaltet. In einer anderen Ausführung ist die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens derart ausgebildet, dass die Vorrichtung zum Zuschneiden dem Prägewalzen vorgeschaltet ist.

[0028] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung bevorratet eine Abwickelhaspel zu verarbeitendes Bandmaterial und/oder ein Tänzelement ist zwischen einer Bandeinlaufstation insbesondere zur Führung in Walzen sowie zur Ausrichtung, Straffung sowie zur Vermeidung von Wellen und der Abwickelhaspel angeordnet. Auf diese Weise kann das als Coil aufgewickelte Bandmaterial besonders vorteilhaft einer Bandeinlaufvorrichtung zugeführt werden.

[0029] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist eine Übergabestation zur Übergabe der fertigen Turbulenzvorrichtung an eine weitere Station, insbesondere eine Montagestation zur Montage der Turbulenzvorrichtung in zumindest ein Wärmetauscherrohr der Station mit den Prägewalzen nachgeordnet. Auf diese Weise können die Turbulenzvorrichtungen, insbesondere die Turbulenzrippen nach ihrer Herstellung besonders vorteilhaft, schnell und kostengünstig in bereit stehende Strömungskanäle für Wärmetauscher, insbesondere Wärmetauscherrohre montiert, insbesondere eingeschossen werden.

[0030] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und aus der Zeichnung. Die Gegenstände der Unteransprüche beziehen sich sowohl auf das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung einer Turbulenzvorrichtung als auch auf die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens als auch auf die erfindungsgemäße Turbulenzvorrichtung, insbesondere die Turbulenzrippe.

[0031] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert, wobei eine Beschränkung der Erfindung hierdurch nicht erfolgen soll. Es zeigen

Figur 1a: eine Turbulenzvorrichtung, insbesondere eine Turbulenzrippe;

Figur 1b: eine Seitenansicht einer Vorrichtung zur Herstellung der Turbulenzrippe;

Figuren 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f, 2g: sieben Rollenpaaren und die entsprechend damit umgeformten Blechsteifen;

Figur 3: eine schematische isometrische Darstellung der Schnitteinrichtung in der Ausführung, dass diese zwischen den Rollenpaaren zur Herstellung der Rippen mit glatten Wänden und vor den Prägewalzen angeordnet ist;

Figuren 4a, 4b: Prägewalzen zum Einbringen der Schnitte und Hinterschneidungen bzw. Verformungen;

Figur 5: eine weitere Bearbeitungsstation zum Einbringen von Schlitzern und Ausprägungen;

Figur 6: eine Seitenansicht einer anderen Ausführungsform, wobei die Station zum Ablängen im Gegensatz zur Figur 1b vor den Rollenpaaren angeordnet ist.

[0032] **Figur 1a** zeigt eine Turbulenzrippe 1. Die Turbulenzrippe 1 weist eine Rippenbreite RB so wie eine Rippenlänge RL auf. Die Turbulenzrippe 1 ist im Wesentlichen mäanderförmig ausgebildet und weist eine Anzahl von Tälern 4, sowie

entsprechend ausgebildete, zugeordnete Berge 5 auf, wobei sich jeweils ein Tal 4 und ein Berg 5 abwechseln.

[0033] Der Berg 5 ist im Wesentlichen ein um 180° gedrehtes Rippental 4. Die Rippentäler 4 sowie die Rippenberge 5 weisen Rippeneinprägungen 3 auf, die in die Rippenberge 5 bzw. die Rippentäler 4 eingepreßt sind. Rippeneinprägungen weisen im Wesentlichen eine pyramidenförmige, insbesondere die Form einer 4-seitigen Pyramide auf oder können in einer anderen Ausführungsform die Form eines Quaders aufweisen. Die Rippenberge 5 bzw. die Rippentäler sind von Rippenwänden 2 begrenzt. Bezüglich der Turbulenzrippe 1 wird auf die unveröffentlichte DE 10 2007 014 138.8 der Anmelderin verwiesen, die hiermit ausdrücklich zum Offenbarungsgehalt dieser Anmeldung gilt. Die Turbulenzrippe 1 ist aus einem metallischen Material, wie beispielsweise aus Aluminium oder aus Stahl, wie beispielsweise Edelstahl ausgebildet. Ferner kann die Turbulenzrippe 1 aus einem anderen Material ausgebildet sein, das eine gute Wärmeleitfähigkeit aufweist.

[0034] **Figur 1b** zeigt eine Seitenansicht einer Vorrichtung 10 zur Herstellung der Turbulenzrippe 1. Gleiche Merkmale sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen, wie in den vorherigen Figuren.

[0035] Die Vorrichtung 10 zur Herstellung der Turbulenzrippe 1 weist eine Abrollhaspel 12 mit einem Coil 11 auf. Der Coil 11 umfasst das aufgewickelte Blechbandmaterial. Ferner umfasst die Vorrichtung 10 ein Tänzelement 13, eine Bandeinlaufstation 14, eine Anzahl von Rollenpaaren 15, eine Station zum Ablängen 16 und eine Station mit Prägewalzen 18. Ferner kann die Vorrichtung 10 zusätzlich ein Förderband 19 und/oder eine Übergabestation 17 zur Übergabe des Bandmaterials nach dem Ablängen in der Station 16 an die Prägewalzenstation 18 aufweisen.

[0036] Das Bandmaterial wird von der Abrollhaspel 12 abgewickelt. Das Tänzelement 13 bewirkt, dass das Band immer im Wesentlichen gleichmäßig gespannt ist, wenn es Bandeinlaufstation 14 zugeführt wird.

[0037] Nach dem Zuführen des Blechmaterials in die Bandeinlaufstation 14 wird der Blechsteifen der Station 15 mit den Rollenpaaren zugeführt. In der Station 15 bewirken die Rollenpaare, dass sukzessive die Rippenhöhe RH der Turbulenzrippe 1 ausgebildet sowie die Rippentäler 4 und die Rippenberge 5 die zugehörige Rippenbreite RB sukzessive hergestellt wird und nach dem Durchlaufen der Station 15 mit den Rollenpaaren die Turbulenzrippe als Glattrippe, insbesondere ohne die Rippeneinprägungen 3 ausgebildet ist. Im dargestellten Ausführungsbeispiel weist die Station 15 18 Rollenpaare auf. In einer anderen Ausführungsform weist die Station 15 mehr als 18 bzw. in einer anderen Ausführungsform weniger als 18 Rollenpaare auf.

[0038] In der Station 16 erfolgt das Ablängen der Turbulenzrippen 1 auf die entsprechend gewünschte Länge. Die Turbulenzrippe 1 weist nach dem Ablängen auf die entsprechende Rippenlänge RL noch keine Rippeneinprägungen 3 auf.

[0039] Mittels der Übergabestation 17 wird die fertig zugeschnittene Turbulenzrippe 1 der Station 18 mit den Prägewalzen zugeführt. In der Station 18 werden schließlich Schnitte und die Rippeneinprägungen 3 in die Turbulenzrippe 1 eingebracht. Erst nach dieser Operation weist die Turbulenzrippe 1 die entsprechende Form auf, wie sie in **Figur 1a** dargestellt ist. Mittels eines Förderbands und einer Zuführeinrichtung 19 werden die so erzeugten Turbulenzrippen 1 einer Montagestation, wie beispielsweise zur Montage der Rippen in die Strömungskanäle, wie beispielsweise die Wärmetauscherrohre zugeführt.

[0040] **Figuren 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f** sowie **2g** zeigen 7 Rollenpaare 20.1 bis 26.1 und die entsprechend damit umgeformten Blechsteifen 20.2 bis 26.2. Gleiche Merkmale sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen, wie in den vorherigen Figuren.

[0041] In den **Figuren 2a bis 2g** ist dargestellt, wie aus dem Blechsteifen mit der Rippenbreite RB0 des Blechbands 20.2 über die Schritte 21.2, 22.2, 23.2, 24.2, 25.2 und 26.2 die Rippenbreite allmählich abnimmt, wobei die Rippenbreite RB1 kleiner als die Rippenbreite RB0 und die Rippenbreite RB2 kleiner ist als die Rippenbreite RB1. Die Rippenbreite RB3 ist geringer als die Rippenbreite RB2 und die Rippenbreite RB4 ist geringer als die Rippenbreite RB3. Ebenso ist die Rippenbreite RB5 geringer als die Rippenbreite RB4 und die Rippenbreite RB6 ist geringer als die Rippenbreite RB5. Dagegen nimmt die Rippenhöhe RH vom Bearbeitungsschritt 20.2 bis zum Bearbeitungsschritt 26.2 zu. Die zugehörigen Rollenpaare mit den entsprechenden Rollen 20.1, 21.1, 22.1, 23.1, 24.1, 25.1, 26.1 haben die entsprechenden Rollenformen, um die zugehörigen Rippenvorstufen zu erzeugen. Nach dem Bearbeitungsschritt 26.2 ist eine Glattrippe vorhanden, die jedoch noch keine Rippeneinprägungen 3 bzw. Hinterschnitte und Einschnitte aufweist.

[0042] In **Figur 3** ist eine isometrische Darstellung der Schnitvorrichtung 16 sowie des Förderbandes 31 und der Prägewalzen 18 dargestellt. Nach dem Zuschneiden der Glattrippe 30 auf die richtige Länge in der Station zum Ablängen 16 wird die so erzeugte Glattrippe 30 über ein zweites Förderband 31 in Richtung der Führungselemente 33 transportiert. Führungsleitelemente 32 gewährleisten dabei, dass die Glattrippe 30 bereits grob ausgerichtet wird. Mittels des Führungsrinnenelements 33 erfolgt die Feinpositionierung und Feinausrichtung der Glattrippe 30. Das Führungsrinnenelement 33 ist im Wesentlichen derart kammartig ausgebildet, dass Kammzinken im Wesentlichen der Form der Rippenberge 5 entsprechen, so dass die nicht näher bezeichneten Zinkenelemente das Führungsrinnenelement 33 in die Rippenberge 5 eingreifen können. Auf diese Weise erfolgt die genaue Positionierung bevor die Glattrippe 30 zur Weiterbearbeitung der Prägewalzenstation 18 zugeführt wird. Schematisch sind hierbei eine erste Prägewalze 1834 und eine zweite Prägewalze 1835 dargestellt, zusammenwirken und die Glattrippe 30 derart umformen, dass die Rippeneinprägungen 3 sowie eventuelle Schnitte und andere Verformungen in die Glattrippe 30 eingebracht werden und auf

diese Weise die fertige Turbulenzrippe 1 entsteht. Die Prägewalzenstation 18 und damit das Einbringen der Rippeneinprägungen 3 wird insbesondere in zumindest einem Rollenpaar, insbesondere in ein bis vier Rollenpaaren, ausgeführt. [0043] Die Figuren 4a, 4b zeigen eine Seitenansicht in der Schnittdarstellung sowie eine Vorderansicht in der Schnittdarstellung. Gleiche Merkmale sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen wie in den vorherigen Figuren.

[0044] Die Prägewalzenstation 18 weist eine erste Prägewalze 1834 sowie eine zweite Prägewalze 1835 auf. Die Prägewalzenstation 18 und somit das Einbringen der Rippeneinprägungen 3 erfolgt mittels zumindest einem Rollenpaar, insbesondere mittels ein bis vier Rollenpaaren. Zwischen der ersten Prägewalze 1834 und der zweiten Prägewalze 1835 wird die erzeugte Glattrippe 30 in die fertige Turbulenzrippe 1 umgeformt. Eine Abfolge von nicht näher bezeichneten ersten und zweiten Zähnen bewirkt, dass die Rippentäler 4 bzw. die Rippenberge 5 in einer Querrichtung QR, die im Wesentlichen einen Winkel α bezüglich der Rippenlängsrichtung RLR aufweist, versetzt werden. Der Winkel α nimmt Werte von 0° bis 90° , insbesondere Werte von $0,5^\circ$ bis 80° an. Auf diese Weise werden die Rippeneinprägungen 3, wie beispielsweise die Versetzungen und/oder Einschnidungen bzw. die Kiemen und/oder die Tiefenwellungen oder Formen ähnlicher Art in die Glattrippe 30 eingebracht, so dass auf diese Weise die Turbulenzrippe 1 erzeugt wird.

[0045] In Figur 5 ist eine weitere Bearbeitungsstation gezeigt, die zusätzlich zugeschaltet werden kann. Gleiche Merkmale sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen wie in den vorherigen Figuren.

[0046] Die zusätzliche Bearbeitungsstation 50 ist eine Rotationsstanz- bzw. Walzstanzstation. Sie ist der Rollensatzstation 15 vorgeschaltet. So wird beispielsweise der Blechsteifen nach dem Führen und vor der Herstellung der Glattrippe 30 mit Stanzwalzen 51, die eine Vielzahl von Stempeln 54 aufweisen, derart bearbeitet, dass Einschnidungen 53 bzw. Freischneidungen oder Ausstanzungen bereits vor dem Erzeugen der Glattrippe 30 in den Blechsteifen 52 eingebracht werden.

[0047] Figur 6 zeigt eine Seitenansicht einer anderen Ausführungsvorrichtung zur Fertigung der Turbulenzvorrichtung 1 mit einer anderen Abfolge der Stationen, im Unterschied zur Figur 1b. Gleiche Merkmale sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen wie in den vorherigen Figuren.

[0048] Im Unterschied zur Figur 1b wird der Blechsteifen 9 nach dem Führen in der Bandeinführungstation 14 in der Station 16 abgelängt und anschließend in der Übergabestation den Rollenpaaren 15 zugeführt. In den Rollenpaaren 15 wird zunächst die Glattrippe 30 erzeugt. Nach dem Erzeugen der Glattrippe 30 wird im Wesentlichen direkt im Anschluss die Fertigbearbeitung zur Turbulenzrippe 1 in den Prägewalzen 18 durchgeführt. Über das erste Förderband 19 werden die so fertigen Turbulenzrippen 1 beispielsweise der Montagestation zur Montage in den Wärmetauschern zugeführt.

[0049] In einer Weiterbildung oder Alternative der Erfindung werden mit dem Verfahren und/oder der Vorrichtung längsgewalzte Innenrippen hergestellt, die aus einer Kombination von einer oder mehreren Glattbereichen mit einer oder mehreren Bereichen mit Versetzungen und/oder Einprägungen und/oder Einschnidungen und/oder Kiemen und/oder Tiefenwellungen versehen. Die Prägewalze ist dabei insbesondere zwischen dem Rollensatz für die Glattrippe und der Station 16 zum Ablängen angeordnet. Das Einbringen der Versetzungen und/oder Einprägungen und/oder mit Einschnidungen und/oder Kiemen und/oder Tiefenwellungen kann dabei auf zwei Arten erfolgen:

[0050] Bei einer Ausgestaltung ist die Prägewalze derart ausgebildet, dass sie sich von den Glattrippen abhebt und nur dann in den Bereichen zum Eingriff kommt, an denen Versetzungen und/oder Einprägungen und/oder Einschnidungen und/oder Kiemen und/oder Tiefenwellungen eingebracht werden sollen.

[0051] Bei einer anderen Alternative sind die Versetzungen und/oder Einprägungen und/oder Einschnidungen und/oder Kiemen und/oder Tiefenwellungen an der Prägewalze derart angeordnet, dass über den Umfang der Prägewalze gesehen mehrere Glattbereiche angeordnet sind und die Prägewalze dabei im Wesentlichen in ständigem Einsatz ist.

[0052] In einer vorteilhaften Weiterbildung wird zumindest eine Innenwellrippe hergestellt, die durch eine Kombination von Glattbereichen und Bereichen mit Versetzungen und/oder Einprägungen und/oder Einschnidungen und/oder Kiemen und/oder Tiefenwellungen o.ä. eine hohe Leistung bei geringerem Druckverlust aufweist und die zusätzlich in den Glattbereichen im Wesentlichen einfacher abzulängen ist.

[0053] Die Merkmale der verschiedenen Ausführungsbeispiele sind beliebig miteinander kombinierbar. Die Erfindung ist auch für andere als die gezeigten Gebiete einsetzbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Turbulenzvorrichtung (1) zur Aufnahme in zumindest einem Strömungskanal eines Wärmetauschers eines Kraftfahrzeugs aufweisend folgende Verfahrensschritte:

- in einem ersten Verfahrensschritt werden aus einem im Wesentlichen endlosen ebenen Blechsteifen (9) mittels zumindest eines umformenden Bearbeitungsvorgangs zumindest eine im Wesentlichen mäanderförmig ausgebildete Turbulenzvorrichtung (30) mit im Wesentlichen glatten Wänden (2) erzeugt, wobei eine Längsrichtung (RLR) der Wände im Wesentlichen parallel zu einer Vorschubrichtung (VSR) des Blechsteifens (9) verläuft,
- in einem zweiten Verfahrensschritt werden Wandabschnitte zumindest unter einem Winkel (α) bezüglich der

Vorschubrichtung (VSR) verformt derart, dass Hinterschnidungen (3) bezüglich der Vorschubrichtung (VSR, RLR) entsteht,

dadurch gekennzeichnet, dass

ein Zuschneiden auf Länge des im Wesentlichen endlosen Blechsteifens (9) in Turbulenzvorrichtungen (1) vorgegebener Längen vor der Durchführung des zweiten Verfahrensschritts erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zuschneiden auf Länge vor dem ersten Verfahrensschritt erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zuschneiden auf Länge zwischen dem ersten Verfahrensschritt und dem zweiten Verfahrensschritt erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Verformen der Wandabschnitte zumindest ein Schnitt in die mäanderförmig ausgebildete Turbulenzvorrichtung (30) und insbesondere der Schnitt unter einem Winkel (β) eingebracht wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Winkel (α) und/oder der Winkel (β) Werte von 0° bis 90° , insbesondere von $0,5^\circ$ bis 80° , annimmt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Verfahrensschritt ein Walzverfahren ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Verfahrensschritt 2 bis 40 Zwischenschritte, insbesondere 2 bis 35 Zwischenschritte umfasst, in denen der Blechsteifen (9) sukzessive derart bearbeitet wird, dass die Breite (RB) der so erzeugten im Wesentlichen glatten Turbulenzvorrichtung (30) eine geringere Turbulenzvorrichtungsbreite (RB) aufweist als im vorhergehenden Zwischenschritt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zwischenschritte Längswalzverfahrensschritte sind.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Turbulenzvorrichtung (1, 30) eine Blechdicke von 0,05 mm bis 0,35 mm, insbesondere von 0,05 mm bis 0,25 mm, insbesondere von 0,06 mm bis 0,20 mm, insbesondere von 0,06 mm bis 0,15 mm aufweist.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Bandmaterial für den Blechsteifen (9) von einem Coil (11) abgewickelt und anschließend derart geführt wird, dass der Blechsteifen (9) im Wesentlichen eben ist.

11. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10, aufweisend

- zumindest einen Rollensatz (15, 20.1, 21.1, 22.1, 23.1, 24.1, 26.1, 26.1) zum sukzessiven Umformen des Blechsteifens (9) in eine im Wesentlichen mäanderförmige Turbulenzvorrichtung (30) mit im Wesentlichen glatten Wänden (2).

- zumindest eine Vorrichtung mit Prägewalzen (18) zum Verformen der Wandabschnitte zumindest unter einem Winkel (α) bezüglich der Vorschubrichtung (VSR) derart, dass Hinterschnidungen (3) bezüglich der Vorschubrichtung (VSR) entstehen,

zumindest eine Vorrichtung (16) zum Zuschneiden der Turbulenzvorrichtungen (1, 30) auf eine vorgegebene Länge,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Vorrichtung (16) zum Zuschneiden dem Rollensatz (15) nachgeschaltet und den Prägewalzen (18) vorgeschaltet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Abwickelhaspel (12) zu verarbeitendes Bandmaterial bevorratet und/oder ein Tänzelement (13) zwischen einer Bandeinlaufstation (14) und der Abwickelhaspel (12) angeordnet ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Übergabestation (17) zur Übergabe der fertigen Turbulenzvorrichtung (1) oder der vorbearbeiteten Turbulenzvorrichtung (30) an eine

weitere Station, insbesondere eine Montagestation zur Montage der Turbulenzvorrichtung in zumindest einem Wärmetauscherrohr, der Station mit den Prägewalzen (18) nachgeordnet ist.

5 Claims

1. A process for producing a turbulence device (1) which is to be mounted in at least one flow duct of a heat exchanger of a motor vehicle, comprising the following process steps:
 - 10 - in a first process step, at least one shaping operation is used to produce at least one substantially meandering turbulence device (30) with substantially smooth walls (2) from a substantially continuously planar sheared strip (9), wherein a longitudinal direction (RLR) of the walls runs substantially parallel to a forward feed direction (VSR) of the sheared strip (9),
 - 15 - in a second process step, wall sections are deformed at least by an angle (α) in relation to the forward feed direction (VSR), in such a way that undercuts (3) are produced in relation to the forward feed direction (VSR, RLR), **characterized in that** the substantially continuous sheared strip (9) is cut into turbulence devices (1) of predetermined lengths before the second process step is carried out.
2. The process as claimed in claim 1, **characterized in that** cutting to length is performed prior to the first process step.
3. The process as claimed in claim 1, **characterized in that** cutting to length is performed between the first process step and the second process step.
4. The process as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** at least one cut, and in particular the cut at an angle (β), is introduced into the meandering turbulence device (30) prior to the deformation of the wall sections.
5. The process as claimed in claim 4, **characterized in that** the angle (α) and/or the angle (β) assume values from 0° to 90°, in particular from 0.5° to 80°.
6. The process as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the first process step is a rolling process.
7. The process as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the first process step comprises 2 to 40 intermediate steps, in particular 2 to 35 intermediate steps, in which the sheared strip (9) is successively machined in such a way that the width (RB) of the substantially smooth turbulence device (30) thus produced has a smaller turbulence device width (RB) than in the preceding intermediate step.
8. The process as claimed in claim 7, **characterized in that** the intermediate steps are longitudinal rolling process steps.
9. The process as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the turbulence device (1, 30) has a sheet metal thickness from 0.05 mm to 0.35 mm, in particular from 0.05 mm to 0.25 mm, in particular from 0.06 mm to 0.20 mm, in particular from 0.06 to 0.15 mm.
10. The process as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** strip material for the sheared strip (9) is wound off from a coil (11) and is then led in such a way that the sheared strip (9) is substantially planar.
11. An apparatus for carrying out the process as claimed in one of claims 1 to 10, comprising
 - 50 - at least one set of rollers (15, 20.1, 21.1, 22.1, 23.1, 24.1, 25.1, 26.1) for successively shaping the sheared strip (9) into a substantially meandering turbulence device (30) with substantially smooth walls (2),
 - at least one apparatus with stamping rollers (18) for deforming the wall sections at least by an angle (α) in relation to the forward feed direction (VSR), in such a way that undercuts (3) are produced in relation to the forward feed direction (VSR),
 - at least one apparatus (16) for cutting the turbulence devices (1, 30) to a predetermined length,
 - 55 **characterized in that** the apparatus (16) for cutting to length is connected to the outlet side of the set of rollers (15) and the inlet side of the roller stamping dies (18).
12. The apparatus as claimed in claim 11, **characterized in that** a take-off reel (12) stores strip material to be processed

and/or a dancer element (13) is arranged between a strip inlet station (14) and the take-off reel (12).

13. The apparatus as claimed in one of claims 11 or 12, **characterized in that** a transfer station (17) is assigned to the outlet side of the station with the roller stamping dies (18) for transferring the finished turbulence device (1) or the preprocessed turbulence device (30) to a further station, in particular an assembly station for fitting the turbulence device in at least one heat exchanger tube.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un dispositif de turbulences (1) prévu pour être logé dans au moins un conduit d'écoulement d'un échangeur de chaleur d'un véhicule automobile, présentant les phases de procédé suivantes :

- au cours d'une première étape du procédé, on produit, à partir d'une bande de tôle plane (9) pratiquement sans fin, au moyen au moins d'une opération d'usinage par formage, au moins un dispositif de turbulences (30) configuré pratiquement en forme de méandres et comportant des parois (2) pratiquement lisses, où une direction longitudinale (RLR) des parois s'étend pratiquement de façon parallèle à une direction d'avance (VSR) de la bande de tôle (9),

- au cours d'une deuxième étape du procédé, on déforme des segments de parois au moins suivant un angle (α) par rapport à la direction d'avance (VSR), de manière telle qu'il se produise des contre-dépouilles (3) par rapport à la direction d'avance (VSR, RLR),

caractérisé en ce que, avant la réalisation de la deuxième étape du procédé, intervient une découpe, à la longueur, de la bande de tôle (9) pratiquement sans fin, dans des dispositifs de turbulences (1) de longueurs prédéfinies.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la découpe à la longueur intervient avant la première étape du procédé.

3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la découpe à la longueur intervient entre la première étape du procédé et la deuxième étape du procédé.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, avant la déformation des segments de parois, au moins une coupe est effectuée dans le dispositif de turbulences (30) configuré en forme de méandres et, en particulier, la coupe suivant un angle (β).

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'angle (α) et / ou l'angle (β) a des valeurs de 0° à 90°, en particulier de 0,5° à 80°.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la première étape du procédé est un procédé de laminage.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la première étape du procédé comprend 2 à 40 étapes intermédiaires, en particulier 2 à 35 étapes intermédiaires au cours desquelles la bande de tôle (9) est usinée successivement de manière telle, que la largeur (RB) du dispositif de turbulences (30) pratiquement lisse ainsi produit présente une largeur (RB) de dispositif de turbulences inférieure à celle obtenue au cours de l'étape intermédiaire précédente.

8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les étapes intermédiaires sont des étapes du procédé de laminage longitudinal.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de turbulences (1, 30) présente une épaisseur de tôle de 0,05 mm à 0,35 mm, en particulier de 0,05 mm à 0,25 mm, en particulier de 0,06 mm à 0,20 mm, en particulier de 0,06 mm à 0,15 mm.

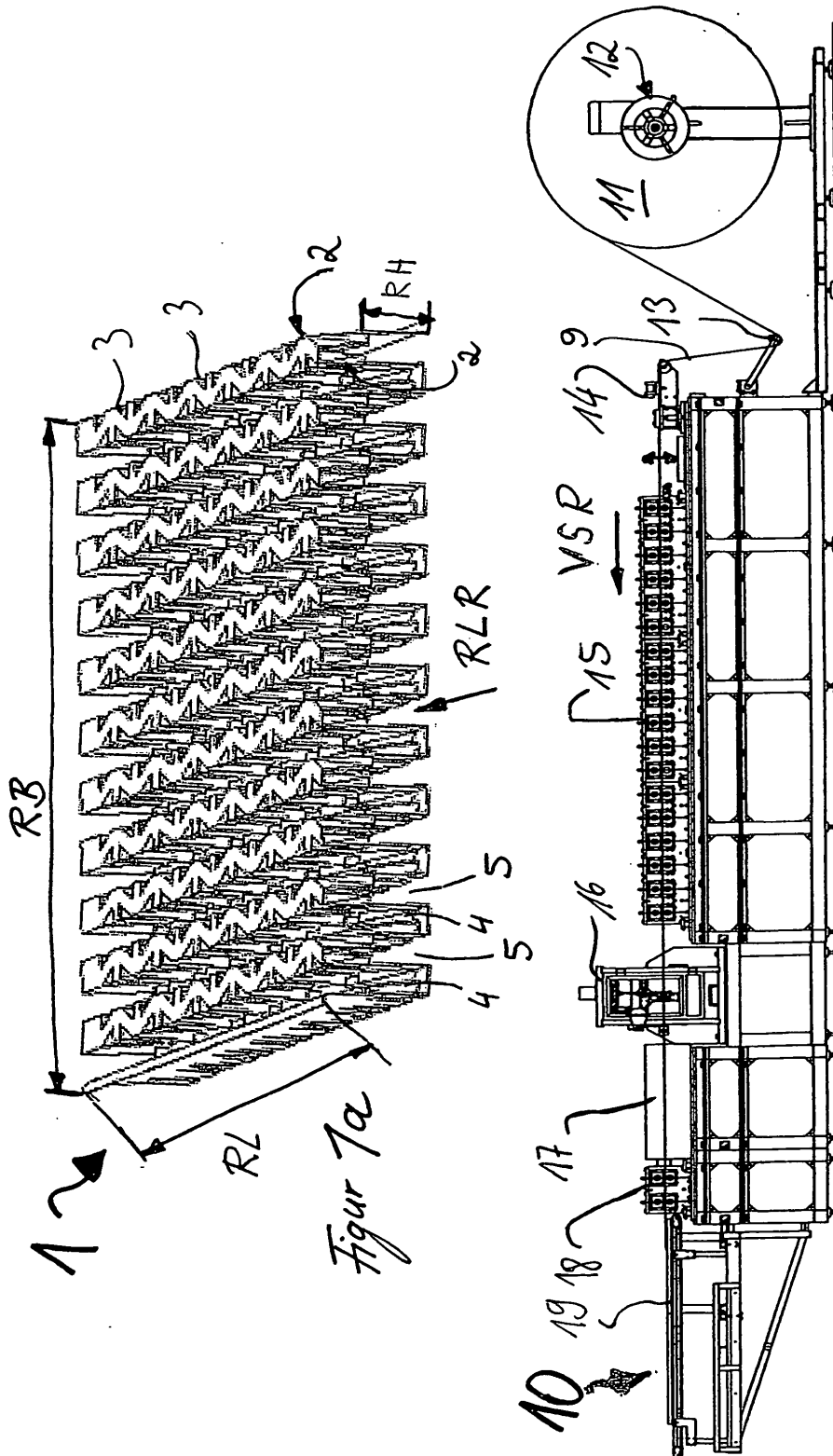
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le feuillard pour la bande de tôle (9) est déroulé à partir d'une bobine (11) et, ensuite, guidé de manière telle, que la bande de tôle (9) soit pratiquement plane.

11. Dispositif de réalisation d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, présentant :

- au moins un jeu de rouleaux (15, 20.1, 21.1, 22.1, 23.1, 24.1, 25.1, 26.1) servant au formage successif de la bande de tôle (9), pour obtenir un dispositif de turbulences (30) configuré pratiquement en forme de méandres et comprenant des parois (2) pratiquement lisses,
- au moins un dispositif comprenant des cylindres de gaufrage (18) servant à la déformation des segments de parois au moins suivant un angle (α) par rapport à la direction d'avance (VSR), de manière telle que des contre dépouilles (3) se produisent par rapport à la direction d'avance (VSR),
- au moins un dispositif (16) servant à la découpe, à une longueur donnée, des dispositifs de turbulences (1, 30), **caractérisé en ce que** le dispositif (16) servant à la découpe est monté en aval du jeu de rouleaux (15) et en amont des cylindres de gaufrage (18).

12. Dispositif selon la revendication 11, **caractérisé en ce qu'il** est prévu un touret dérouleur (12) pour le feuillard à usiner et / ou un élément tendeur (13) est disposé entre un poste d'entrée de bande (14) et le touret dérouleur (12).

13. Dispositif selon l'une des revendications 11 ou 12, **caractérisé en ce qu'un** poste de transfert (17) servant au transfert du dispositif de turbulences fini (1) ou du dispositif de turbulences préusiné (30), à un autre poste, en particulier à un poste de montage servant au montage du dispositif de turbulences dans au moins un tube de l'échangeur de chaleur, est disposé en aval du poste comprenant les cylindres de gaufrage (18).



Figur 1b

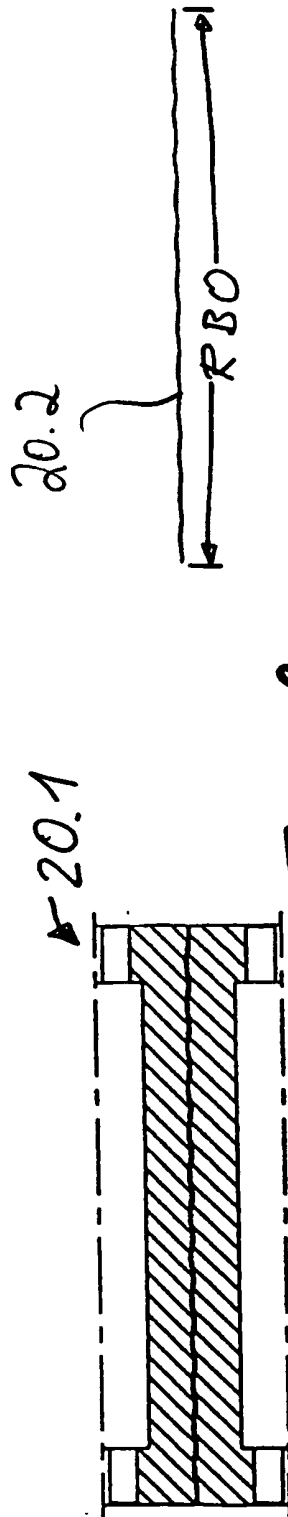


Figure 2a

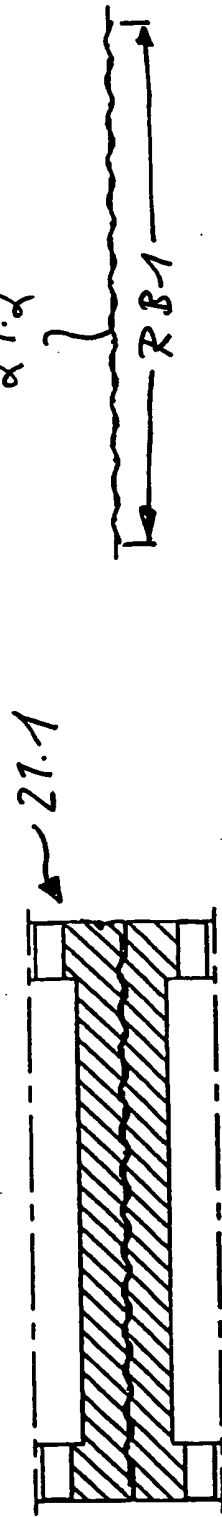


Figure 2b

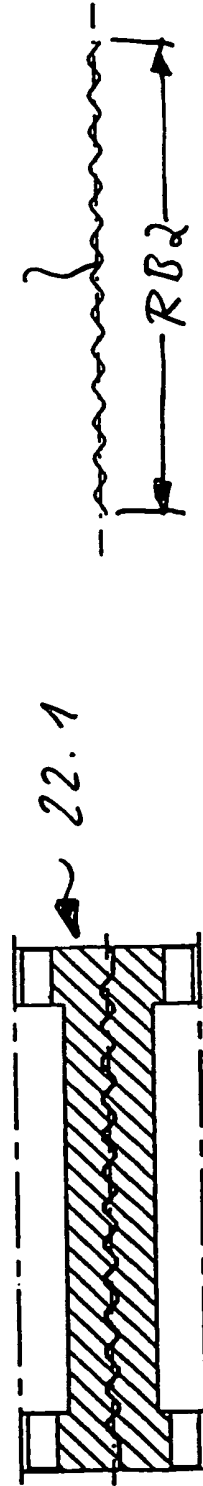
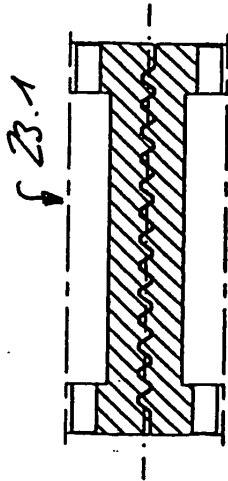
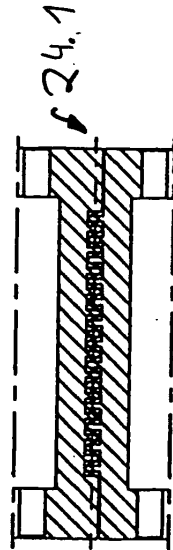
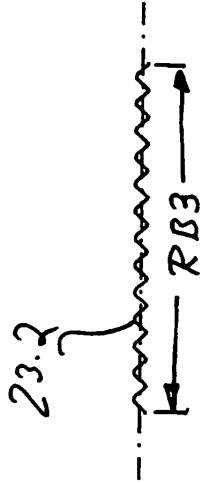


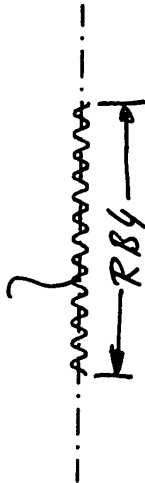
Figure 2c



Figur 2d

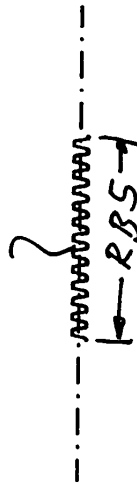
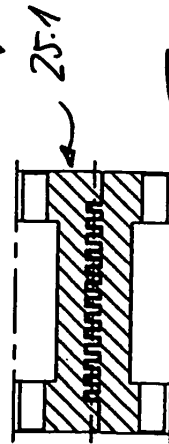


24.2

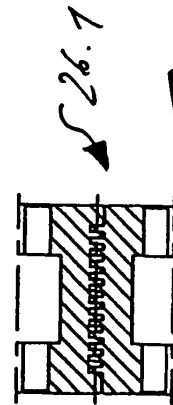


Figur 2e

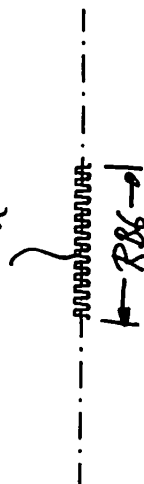
25.2



Figur 2f



26.2



Figur 2g

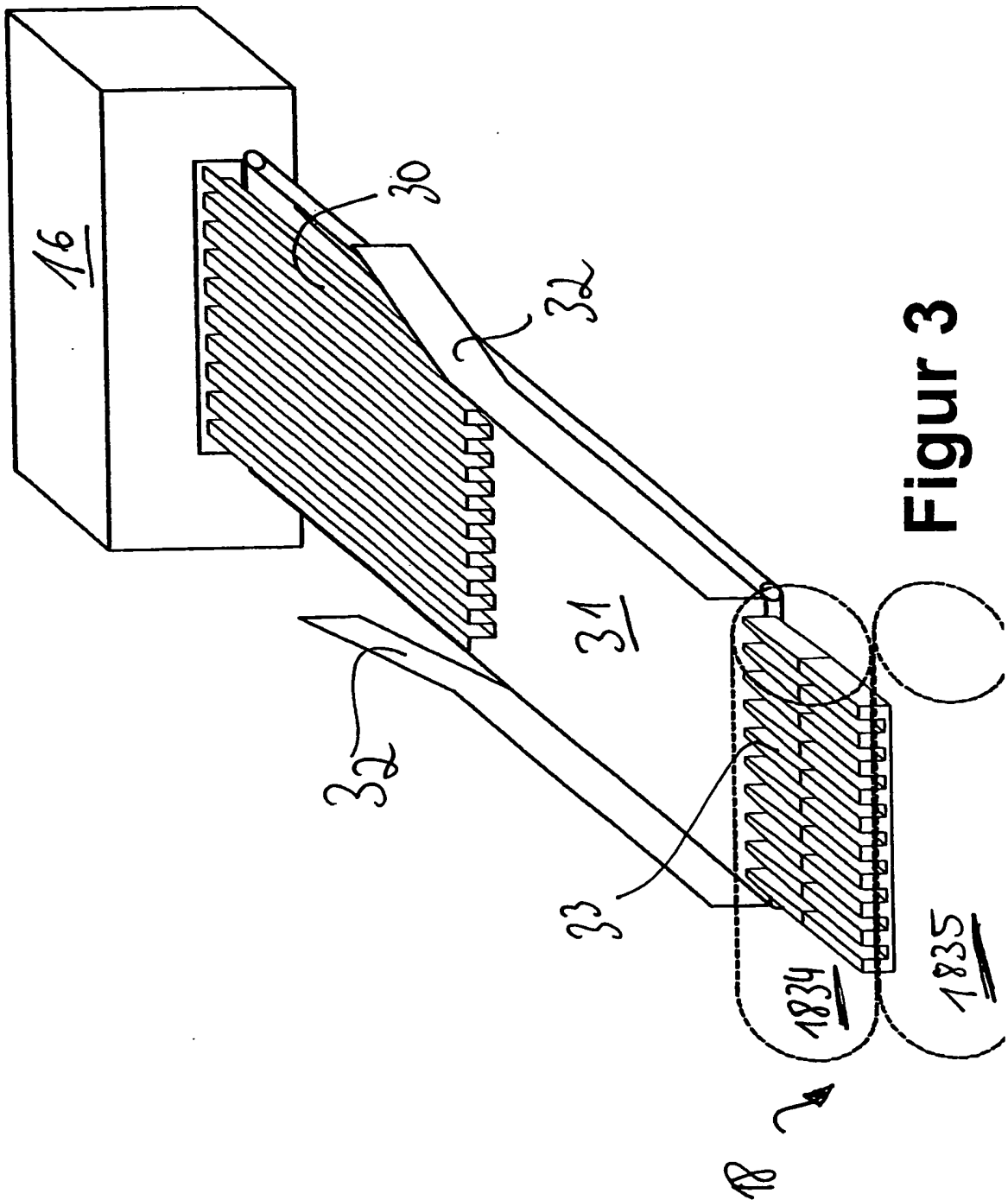
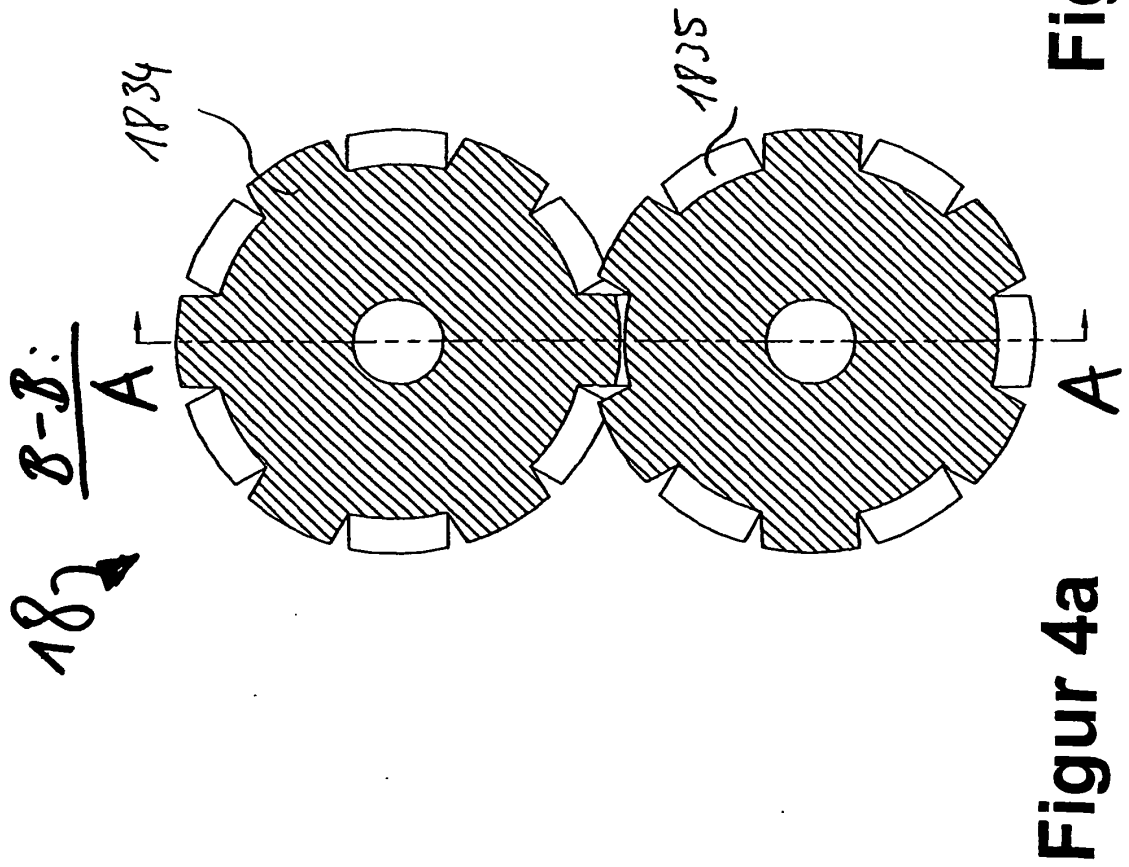
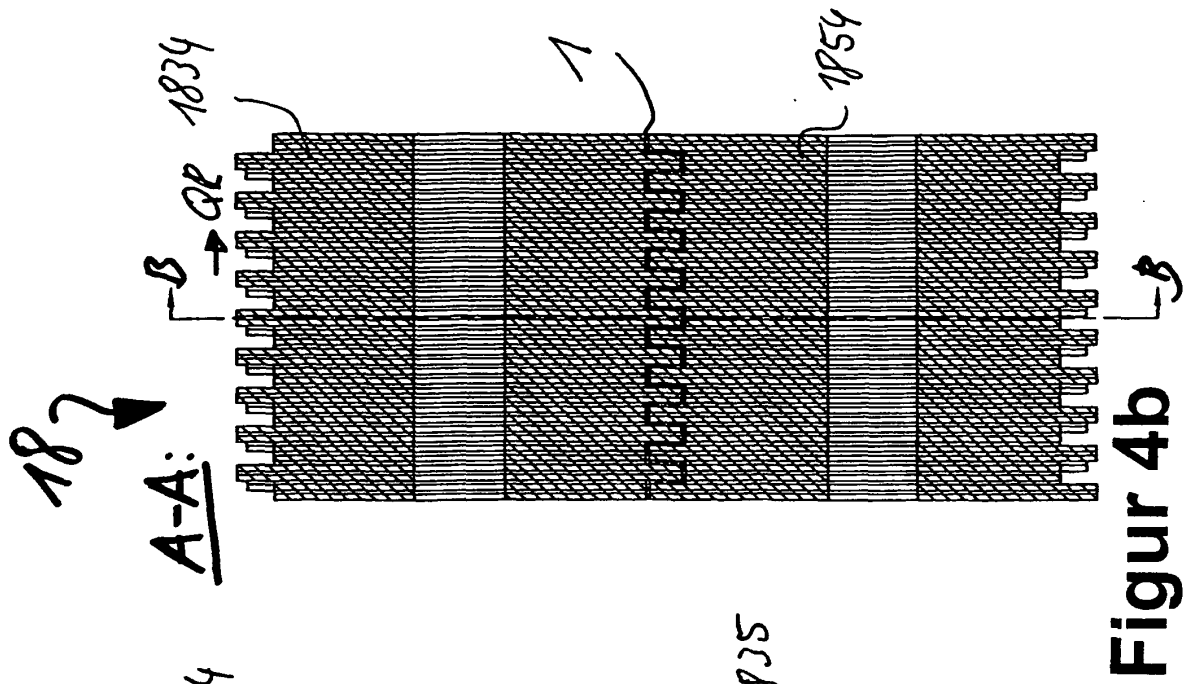
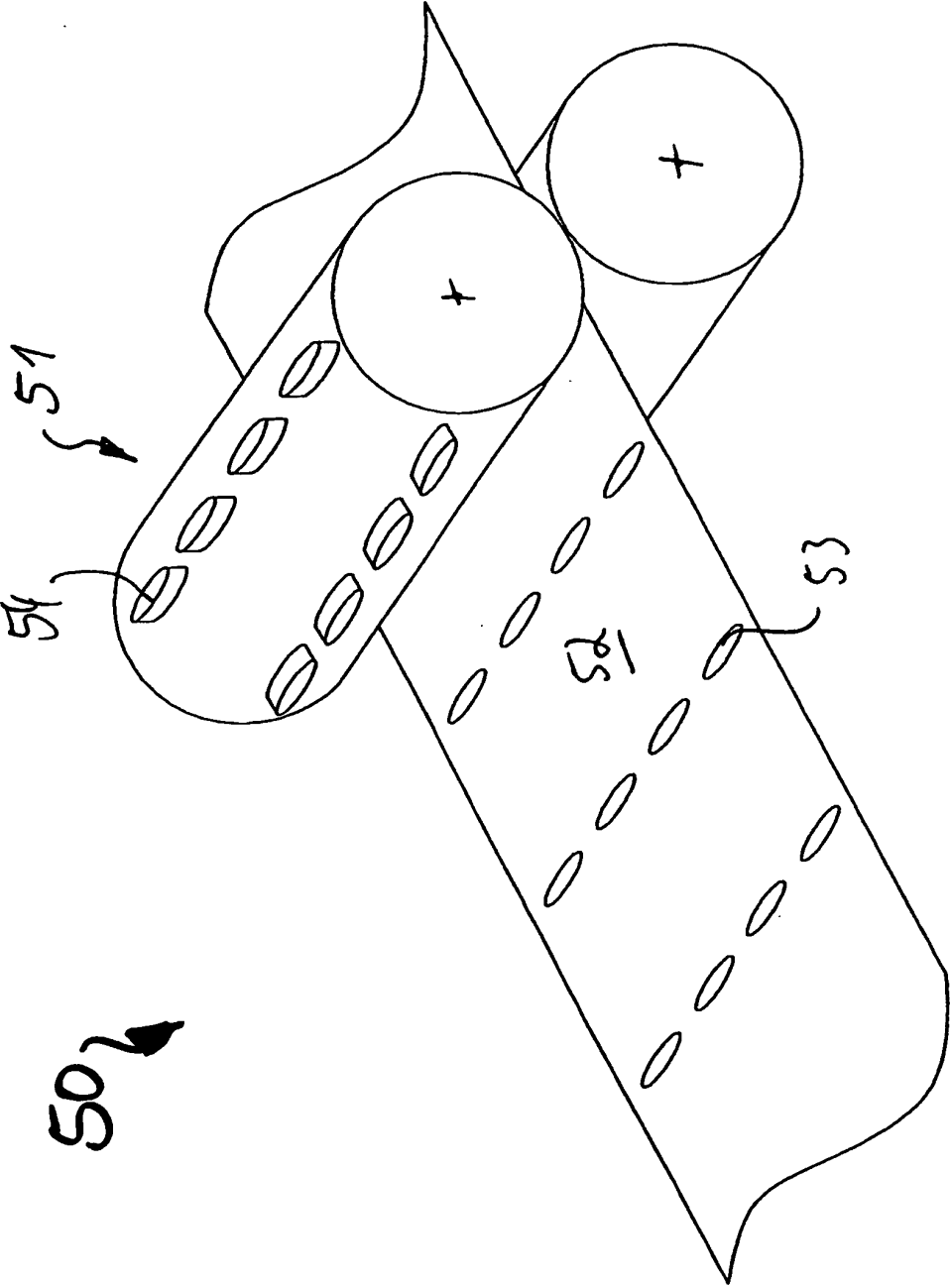
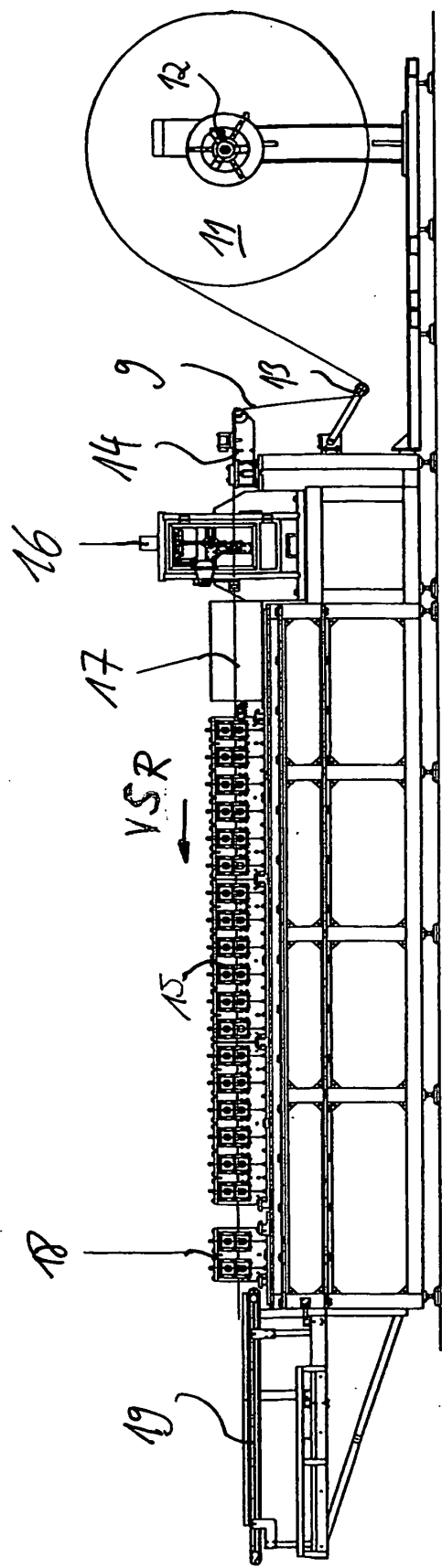


Figure 3





Figur 5



Figur 6

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

- DE 102007014138 [0006] [0033]
- DE 10212799 C1 [0008]
- DE 10212300 A1 [0009]
- DE 20102056 U1 [0010]
- GB 2346105 A [0011]