

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902062489A1

Publication Date

20131222

Applicant

PEDRINI FABIO

Title

PROCEDIMENTO PER LA FABBRICAZIONE DI UN TUBO METALLICO
AVENTE ALMENO UNA PORZIONE LISCIA ED ALMENO UNA PORZIONE
SCANALATA, APPARECCHIATURA UTILIZZATA NEL PROCEDIMENTO E
PRODOTTO OTTENUTO

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

“Procedimento per la fabbricazione di un tubo metallico avente almeno una porzione liscia ed almeno una porzione scanalata, apparecchiatura utilizzata nel procedimento e prodotto ottenuto”

di: Lucio Carretta, nazionalità italiana, Viale dell'Artigianato, 6 – Località Costozza - 36023 Longare (VI), e di

Fabio Pedrini, nazionalità italiana, Via Boccherini, 24/2 – 40033 Casalecchio di Reno (BO)

Inventori designati: Lucio CARRETTA; Fabio PEDRINI

Depositata il: 22 giugno 2012

TESTO DELLA DESCRIZIONE

Campo dell'invenzione

La presente invenzione si riferisce ai procedimenti per la fabbricazione di tubi metallici e riguarda in particolare un procedimento per la fabbricazione di un tubo metallico avente una parete con almeno una porzione liscia ed almeno una porzione scanalata.

Tecnica nota

Sono già stati proposti in passato (vedere ad esempio i documenti US-A-629 245, US-A-3 487 673 e US-A-3 744 290) procedimenti per la fabbricazione di un tubo metallico con una porzione scanalata, in cui la porzione scanalata viene ottenuta a partire da una porzione inizialmente liscia mediante deformazione progressiva della parete della porzione liscia in almeno due fasi successive, ove ciascuna fase viene eseguita con l'ausilio di un gruppo utensile includente una matrice femmina scanalata, predisposta per ricevere al suo interno la porzione di tubo da deformare, ed un punzone maschio scanalato, mobile assialmente di moto relativo entro la suddetta porzione di tubo, in modo da dare al tubo una sezione trasversale con profilo ondulato, definendo una pluralità di nervature longitudinali distribuite intorno al tubo in posizioni fra loro circonferenzialmente distanziate.

I procedimenti noti hanno tuttavia l'inconveniente di non consentire l'ottenimento di una struttura di tubo avente un'elevata resistenza alla deformazione, sia

di flessione sia di torsione, e al tempo stesso un peso relativamente ridotto.

Scopo dell'invenzione

Lo scopo della presente invenzione è quella di realizzare un procedimento del tipo sopra specificato che sia in grado di superare gli inconvenienti delle soluzioni note e che in particolare garantisca l'ottenimento di un tubo avente caratteristiche ottimali.

Un ulteriore scopo è quello di realizzare un procedimento che possa essere attuato con un'apparecchiatura semplice e di costo relativamente ridotto e con operazioni di esecuzione facile e rapida, che consentano un'elevata produttività.

Sintesi dell'invenzione

In vista di raggiungere suddetto scopo, il procedimento secondo l'invenzione presenta tutte le caratteristiche che sono state indicate all'inizio della presente descrizione ed è inoltre caratterizzata dal fatto che la maggior parte delle suddette nervature formate tramite la suddetta deformazione progressiva della porzione inizialmente liscia di tubo hanno ciascuna una larghezza in direzione circonferenziale sensibilmente minore della distanza in direzione circonferenziale fra una nervatura e l'altra e per il fatto che successivamente alla suddetta deformazione progressiva della suddetta porzione di tubo, quest'ultima è sottoposta ad ulteriore operazione di deformazione al fine di premere in contatto fra loro i fianchi di ciascuna nervatura, almeno per la maggior parte di dette nervature.

Grazie a tale caratteristica, il procedimento secondo l'invenzione garantisce l'ottenimento di una struttura avente la resistenza desiderata, senza pregiudicarne le caratteristiche di leggerezza e senza in particolare richiedere l'adozione di un tubo di elevato spessore, il che comporta ovvii vantaggi anche dal punto di vista del costo di fabbricazione.

Secondo un'ulteriore caratteristica preferita, sia al termine di detta deformazione progressiva di detta porzione di tubo (1a). sia dopo detta ulteriore operazione di deformazione per premere in contatto fra loro i fianchi di ciascuna nervatura, la parete del tubo conserva una conformazione cilindrica fra una nervatura e l'altra.

Ulteriori caratteristiche preferite della presente invenzione sono indicate nelle annesse rivendicazioni, che formano parte integrale dell'insegnamento qui fornito.

Breve descrizione delle figure

Ancora ulteriori caratteristiche e vantaggi dell'invenzione risulteranno dalla

descrizione che segue con riferimento disegni annessi, forniti a puro titolo di esempio non limitativo, in cui:

- la figura 1 è vista laterale schematica di un tubo inizialmente liscio con l'apparecchiatura utilizzata per l'esecuzione della prima fase del procedimento secondo l'invenzione,

- la figura 2 è una vista in sezione trasversale secondo la linea II-II del tubo, prima dell'esecuzione del procedimento,

- la figura 3 è una vista in sezione secondo la linea III-III dell'apparecchiatura utilizzata nella prima fase del procedimento,

- la figura 4 è una vista in sezione trasversale della porzione di tubo che ha subito la prima fase del procedimento secondo l'invenzione,

- la figura 5 è una vista in scala ampliata del particolare H della figura 4,

- la figura 6 è una vista laterale in scala ampliata del tubo alla fine della prima fase del procedimento, la sezione della figura 4 essendo presa secondo la linea IV-IV della figura 6,

- la figura 7 è una vista laterale dell'apparecchiatura utilizzata in una seconda fase del procedimento secondo l'invenzione,

- la figura 8 è una vista in sezione secondo la linea VIII-VIII della figura 7,

- la figura 9 è una vista in sezione della porzione deformata del tubo al termine della seconda fase del procedimento,

- la figura 10 è una vista ampliata del particolare Q della figura 9,

- la figura 11 è una vista in sezione della porzione deformata del tubo al termine di una terza fase del procedimento secondo l'invenzione,

- la figura 12 è una vista in scala ampliata del particolare W della figura 11,

- la figura 13 è una vista laterale schematica dell'apparecchiatura utilizzata nella terza fase del procedimento secondo l'invenzione,

- le figure 14, 15 sono viste prospettiche dell'apparecchiatura utilizzata nella figura 13, mostrata in condizione esplosa,

- la figura 16 è un'ulteriore vista prospettica esplosa dell'apparecchiatura, con i settori che di essa fanno parte illustrati in una condizione "aperta",

- la figura 17 illustra in scala ampliata il dettaglio A della figura 16,

- la figura 18 è un'ulteriore vista prospettica esplosa dell'apparecchiatura, con

alcuni dei settori illustrati in condizione rimossa, per mostrare le rispettive scanalature di guida, e con i restanti settori illustrati in una condizione “chiusa”,

- la figura 19 illustra in scala ampliata il particolare B della figura 18, e
- la figura 20 è un'ulteriore vista prospettica dell'apparecchiatura con i settori mostrati in condizione “chiusa”,
- la figura 21 è una vista laterale schematica dell'apparecchiatura utilizzata in una quarta fase del procedimento secondo l'invenzione,
- la figura 22 è una sezione secondo la linea XXII-XXII della figura 21,
- la figura 23 è una vista laterale schematica di una seconda forma di attuazione dell'apparecchiatura utilizzata nella terza fase del procedimento secondo l'invenzione,
- la figura 24 è una vista in sezione secondo la linea XXIII-XXIII della figura 23, e
- la figura 25 è una vista prospettica esplosa dell'apparecchiatura delle figure 22, 23.

Descrizione dettagliata di alcune forme preferite di attuazione

Con riferimento alla figura 1, la parte sinistra di tale figura mostra una vista laterale schematica di un tubo 1 destinato ad essere sottoposto al procedimento secondo l'invenzione. Il tubo 1 è costituito di lamiera metallica ed ha originariamente una parete completamente liscia. In un esempio concreto di attuazione il diametro esterno del tubo è originariamente di 60 mm e lo spessore della parete del tubo è di 1,5 mm. In tale esempio concreto di attuazione, il materiale scelto per il tubo era Fe360. La parte centrale 1c del tubo destinata a conservare la sua forma originaria liscia, viene bloccata fra una morsa superiore 2a e una morsa inferiore 2b, previa introduzione entro il tubo 1 di un ulteriore tubo di rinforzo 3. L'apparecchiatura utilizzata per supportare e bloccare le morse superiore ed inferiore 2a, 2b non è qui illustrata sia per semplificare i disegni, sia in quanto essa può essere realizzata in un qualunque modo noto.

Il procedimento secondo l'invenzione viene nel seguito descritto con riferimento alla deformazione di una prima porzione d'estremità 1a del tubo 1, fermo restando che lo stesso procedimento può essere poi eseguito anche sulla porzione 1b situata all'estremità opposta del tubo.

Una volta che il tubo interno 3 è stato inserito entro la porzione centrale 1c del tubo 1 e dopo che le morse superiore ed inferiore 2a, 2b sono state chiuse in modo da

supportare in posizione fissa il tubo 1, con le porzioni di estremità 1a, 1b che sporgono assialmente all'esterno delle morse, la parete della porzione di estremità 1a viene deformata con l'ausilio di un gruppo utensile 4 in modo da conferire alla parete della porzione d'estremità 1a la conformazione ondulata visibile nella figura 4 e in maggior dettaglio nella figura 5. Come si vede, dopo la deformazione, nella parete del tubo vengono definite una pluralità di nervature longitudinali 5 (meglio visibili nella figura 6) fra loro angolarmente equidistanziate lungo la circonferenza del tubo. Con riferimento alle figure 4, 5, una delle nervature longitudinali, indicata con 5' presenta una larghezza sensibilmente maggiorata. Tale conformazione, nel caso dell'esempio illustrato, è scelta per fornire un riferimento della posizione angolare del tubo quando esso viene utilizzato in determinate applicazioni. È evidente, tuttavia, che tale specifica conformazione si riferisce ad un esempio e che sarebbe del tutto possibile prevedere che tutte le nervature 5 formate sulla tubo siano fra loro identiche.

Come pure risulta evidente dalle figure 4-6, una caratteristica del procedimento secondo l'invenzione è che esso forma nervature 5 che presentano ciascuna una larghezza in direzione circonferenziale sensibilmente minore della distanza in direzione circonferenziale fra una nervatura e l'altra. In altre parole, con riferimento alla figura 4, la distanza in essa indicata con L1 è sensibilmente inferiore alla distanza in essa indicata con L2.

Il gruppo utensile 4 che viene utilizzato per portare la parete inizialmente liscia della porzione 1a del tubo nella configurazione illustrata nella figura 4 comprende una matrice femmina 40 avente un ricettacolo cilindrico 41 con superficie scanalata, di profilo corrispondente al profilo desiderato per il tubo al termine della prima fase del procedimento. La cavità 41 è aperta ad una sua estremità destinata a ricevere al suo interno la porzione 1a del tubo, mentre all'estremità opposta è delimitata da una parete 42 del corpo della matrice 40 avente un foro centrale 43. Entro il foro centrale 43 è montato scorrevole uno stelo 44 terminante con una testa-punzone 45 che è mobile entro la cavità 41 della matrice 40. La testa 45 presenta una porzione d'estremità 46 di conformazione cilindrica, raccordata tramite una porzione conica 47 con un'ulteriore porzione 48, di maggiore diametro, avente una conformazione scanalata con un profilo corrispondente a quello della superficie interna della porzione deformata di tubo da ottenere (vedere figura 3). L'estremità dello stelo 44 opposta alla testa 45 è connessa ad

un corpo di base 49 destinato ad essere azionato tramite un attuatore di qualsiasi tipo noto, ad esempio un attuatore idraulico. Tale attuatore non è qui illustrato, sia in quanto esso non rientra, preso a se stante, nell'ambito della presente invenzione, sia in quanto, come detto, esso può essere realizzato in un qualunque modo noto, sia infine in quanto la sua eliminazione dai disegni rende questi ultimi più semplici e di più immediata comprensione. Una molla elicoidale 50 è interposta fra il corpo 49 e il corpo 40.

La prima fase del procedimento secondo l'invenzione viene quindi effettuata nel modo seguente.

Dopo che la porzione centrale 1c è stata bloccata fra le morse 2a, 2b, il gruppo utensile 4 viene posizionato sopra la porzione di estremità 1a del tubo, che viene ricevuta entro la cavità 41 della matrice 40. In tale fase, la testa 45 si trova in contatto con la parete 42, ossia nella posizione illustrata nella figura 1. L'utensile 4 viene fatto avanzare sopra la porzione di tubo 1a fino a quando quest'ultima si inserisce fra la parete della cavità 41 e la porzione di estremità 46 della testa-punzone 45, sino ad arrivare in battuta contro la porzione conica 47. Il suddetto movimento verso sinistra (con riferimento alla figura 1) del gruppo utensile 4 viene comandato dall'attuatore (non illustrato) che controlla il corpo di base 49 del punzone. Una volta che la superficie d'estremità del tubo 1 è entrata in battuta contro la porzione conica 47 della testa-punzone 45, l'ulteriore movimento verso sinistra (con riferimento alla figura 1) del corpo di base 49 comandato dall'attuatore determina una compressione della molla elicoidale 50 ed un avanzamento della testa-punzone 45 entro la cavità 41 della matrice ed entro il tubo 1. La porzione conica 47 e la porzione scanalata 48 della testa-punzone determinano nel corso di tale movimento assiale una deformazione progressiva della parete inizialmente liscia del tubo, così da darle la configurazione visibile nelle figure 4-6.

In un esempio concreto di attuazione del procedimento, dopo la prima fase sopra-descritta il tubo deformato così ottenuto presenta una parete con uno spessore s (figura 5) di 1.45 millimetri, e ha nervature aventi ciascuna una larghezza $L1$ (figura 4) pari a 6.3 millimetri, con una distanza $L2$ fra una nervatura e l'altra pari a 10.2 millimetri. Inoltre, sempre nel caso di tale esempio concreto di attuazione, l'altezza "h" (figura 5) di ciascuna nervatura è pari a 2.4 millimetri. Ossia:

$$s = 1.45; h = 2.4; L1 = 6.3; L2 = 10.2.$$

Dopo la prima fase del procedimento sopra-descritta, viene eseguita una seconda fase che è concettualmente identica alla prima ma che fa uso di un utensile 4' realizzato con dimensioni leggermente differenti da quelle dell'utensile 4 utilizzato nella prima fase del procedimento, al fine di ottenere un incremento di deformazione del tubo.

Nella figura 7 e nella figura 8, le parti corrispondenti a quelle delle figure 1 e 3 sono indicate con gli stessi numeri di riferimento, salvo l'aggiunta di un apice. L'utensile illustrato nelle figure 7, 8 non viene qui nuovamente descritto, dal momento che esso è qualitativamente identico a quello delle figure 1, 2. Come detto, la conformazione e le dimensioni dei vari elementi ed in particolare della cavità 41' e della testa punzone 45' sono diverse, in modo da ottenere un incremento nella deformazione della parete. Con riferimento alle figure 9, 10, che mostrano la parete della porzione di tubo 1a al termine della seconda fase del procedimento, in un esempio concreto di attuazione lo spessore finale s della parete, l'altezza h di ciascuna nervatura 5, la larghezza $L1$ di ciascuna nervatura 5 e la distanza $L2$ fra due nervature adiacenti hanno i seguenti valori:

$$s = 1.43; h = 3.6 \quad L1 = 5.0 \quad L2 = 11.5.$$

Come si vede confrontando tali dimensioni con quelle del tubo al termine della prima fase del procedimento, la seconda fase del procedimento porta ad aumentare l'altezza delle nervature e a diminuire la loro larghezza, ad aumentare anche la distanza fra le nervature e a diminuire lo spessore.

Una volta raggiunto lo stadio di deformazione illustrato nelle figure 9, 10, viene eseguita una terza fase del procedimento secondo l'invenzione con l'ausilio dell'apparecchiatura illustrata nelle figure 13-20, o, in alternativa, come si vedrà, con l'ausilio dell'attrezzatura illustrata nelle figure 23-25.

Le figure 11, 12 dei disegni annessi mostrano la configurazione della porzione 1a del tubo al termine della suddetta terza fase del procedimento. Come si vede, con tale fase si ottiene uno schiacciamento dei due fianchi di ciascuna nervatura 5 in contatto l'uno contro l'altro.

Con riferimento alle figure 13-20, il numero 6 indica una prima forma di attuazione dell'apparecchiatura utilizzata nell'esecuzione della terza fase del procedimento secondo l'invenzione. L'apparecchiatura 6 comprende un anello 60 (figura 15) con un foro centrale 60a destinato a ricevere al suo interno la porzione di tubo da deformare. L'anello 60 presenta una faccia frontale (visibile nella figura 15) rivolta

verso il tubo, ed una faccia opposta, visibile nella figura 18, recante una pluralità di scanalature radiali 60b. Entro le scanalature radiali 60b (figura 18) del disco 60 sono montate scorrevoli le radici 61a di una pluralità di settori 61 che sporgono assialmente a sbalzo della faccia posteriore dell'anello 60. Come visibile nelle figure 16-19, i settori 61 hanno in sezione una forma sostanzialmente trapezoidale ed hanno un corpo prismatico allungato assialmente. I settori 61 sono spostabili, nel modo che verrà descritto nel seguito, fra una configurazione aperta (visibile nelle figure 16,17) in cui esse sono nelle loro posizioni radiali più esterne, ed una configurazione chiusa (visibile nelle figure 18-20) in cui essi sono nelle loro posizioni radiali più interne. Ciascun settore 61 non può fuoriuscire dall'estremità della rispettiva scanalatura 60b, in quanto la sua radice 61a ha un perno sporgente (non visibile nei disegni) che è guidato entro un'asola radiale 60c (vedere figure 15 e 20). Con riferimento anche alla figura 13, la serie circonferenziale di settori 61 è ricevuta entro la superficie conica interna 62a di una bussola 62. La bussola 62 può essere spinta assialmente verso sinistra (con riferimento alla figura 13) rispetto al gruppo dei settori 61 portato dall'anello 60 tramite una testa 63 montata all'estremità di uno stelo 64 avente un corpo di base 65 destinato ad essere azionato da un attuatore di un qualunque tipo noto. All'inizio della terza fase del procedimento secondo l'invenzione, il gruppo dei settori 61 si trova nella configurazione aperta illustrata nelle figure 16, 17. L'attuatore viene azionato per comandare un movimento verso sinistra del gruppo utensile 6. In tal modo, il gruppo avanza sopra la porzione d'estremità 1a del tubo 1 che viene così inserita attraverso l'apertura centrale 60a del disco 60 e attraverso la cavità interna definita dai settori 61.

Lo stelo 64 del gruppo utensile 6 ha una porzione frontale 66 che si estende assialmente all'interno della cavità definita dal gruppo dei settori 61. Pertanto, quando il gruppo utensile viene fatto avanzare sopra la porzione d'estremità 1a del tubo quest'ultima si inserisce intorno allo stelo 66. L'ulteriore avanzamento del gruppo utensile provocato dall'attuatore determina il contatto fra la testa 63 e la bussola 62 che è così costretta ad avanzare verso sinistra (con riferimento alla figura 13) rispetto al gruppo dei settori 61. L'avanzamento assiale della superficie conica 62a sopra il gruppo dei settori 61 determina lo spostamento radiale verso l'interno di tutti i settori 61, verso la loro configurazione chiusa, nella quale lo spazio 61b (figura 19) definito fra ciascuna coppia di settori adiacenti 61 riceve una corrispondente nervatura 5 del tubo deformato

e ne provoca l'ulteriore deformazione premendo in direzione circonferenziale i due fianchi di ciascuna nervatura 5, fino a portarli in contatto l'uno contro l'altro, nella configurazione visibile nelle figure 11, 12.

In tal modo, con la suddetta terza fase del procedimento secondo l'invenzione si ottiene una porzione di tubo avente una pluralità di nervature 5 dotate di elevata resistenza alla deformazione.

La figura 21 illustra l'apparecchiatura utilizzata per effettuare una quarta fase del procedimento secondo l'invenzione, in cui la porzione di tubo così deformata viene ulteriormente sottoposta ad una leggera deformazione, mediante un'attrezzatura qualitativamente identica a quelle delle figure 1 e 7, ma avente elementi con dimensioni e forme differenti, in modo da essere adatti al profilo di sezione ottenuto alla fine della terza fase del procedimento ed illustrato nelle figure 11, 12. Nella figura 21 le parti corrispondenti a quelle delle figure 1 e 7 sono indicate con lo stesso numero di riferimento, salvo l'aggiunta di due apici. In questo caso, non è prevista alcuna molla interposta tra la matrice 40'' e il corpo di base 49'', in quanto la matrice 40'' e il corpo di base 49'' si muovono insieme per portare la porzione 1a del tubo ad essere ricevuta entro la cavità 41'' ed intorno alla testa-punzone 45''. L'avanzamento provocato dall'azionamento dell'attuatore determina in una sola passata una deformazione di completamento della parete del tubo, che viene effettuata per assestare definitivamente la geometria.

Le figure 23-25 mostrano una seconda forma di attuazione dell'apparecchiatura utilizzabile per eseguire la terza fase del procedimento secondo l'invenzione. In questo caso, il gruppo utensile, indicato nel suo insieme con il numero di riferimento 7 comprende sempre uno stelo frontale 66 sporgente da una testa 63 a sua volta connessa tramite uno stelo 64 a un corpo di base 65 che è comandato da un attuatore di qualunque tipo noto (non illustrato). Lo stelo frontale 66 è posto centralmente all'interno di una bussola 70 che supporta in modo liberamente girevole una pluralità di rulli 71 disposti radialmente e girevoli liberamente intorno ad assi tangenziali 71a. La bussola 70 è chiusa frontalmente da un coperchio 72 (figura 25) con un'apertura centrale 72a. Quando l'attuatore viene azionato esso provoca l'avanzamento del gruppo 7 sopra la porzione 1a del tubo 1. In tal modo la porzione 1a del tubo viene inserita attraverso l'apertura 72a del coperchio 72, intorno allo stelo 66 ed entro la schiera di rulli 71. Nel

corso dell'avanzamento del gruppo utensile 7 sopra il tubo, i rulli rotolano sopra la superficie esterna del tubo deformando progressivamente ciascuna nervatura 5 del tubo in modo che al termine della passata i fianchi di ciascuna nervatura sono premuti in contatto l'uno contro l'altro, nello spazio disponibile fra ciascuna coppia di rulli adiacenti 71, in adiacenza alla loro zona di contatto sul tubo.

Anche nel caso in cui la terza fase del procedimento secondo l'invenzione sia attuata con l'apparecchiatura 7 illustrata nelle figure 23-25, è preferibile prevedere alla fine un'ultima fase di assestamento mediante l'impiego dell'attrezzatura illustrata nelle figure 21, 22.

Come risulta evidente dai disegni annessi, nelle suddette forme preferite di attuazione dell'invenzione la parete del tubo conserva una conformazione cilindrica fra una nervatura e l'altra sia al termine delle prime due fasi di deformazione progressiva della parete del tubo. sia dopo l'ulteriore operazione di deformazione per premere in contatto fra loro i fianchi di ciascuna nervatura, sia anche dopo l'ultima fase del procedimento.

Naturalmente, fermo restando i principi del trovato, i particolari di ricostruzione e le forme di attuazione potranno ampiamente variare rispetto a quanto descritto ed illustrato a puro titolo di esempio, senza per questo uscire dall'ambito della presente invenzione.

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per la fabbricazione di un tubo metallico (1) avente almeno una porzione liscia (1c) ed almeno una porzione scanalata (1a), in cui la porzione scanalata viene ottenuta a partire da una porzione inizialmente liscia mediante deformazione progressiva della porzione liscia in almeno due fasi successive, ove ciascuna fase viene eseguita con l'ausilio di un gruppo utensile (4,4') includente una matrice femmina scanalata (40,40'), predisposta per ricevere al suo interno la porzione di tubo (1a) da deformare, ed un punzone maschio scanalato (45,45'), mobile assialmente di moto relativo entro la suddetta porzione di tubo (1a), in modo tale da dare al tubo una sezione trasversale con profilo ondulato, definente una pluralità di nervature longitudinali (5) distribuite intorno al tubo (1a) in posizioni fra loro circonferenzialmente distanziate,

caratterizzato dal fatto che la maggior parte delle nervature (5) formate tramite detta deformazione progressiva di detta porzione di tubo (1a) hanno ciascuna una larghezza in direzione circonferenziale sensibilmente minore della distanza in direzione circonferenziale fra una nervatura (5) e l'altra, e

dal fatto che successivamente a detta deformazione progressiva di detta porzione di tubo (1a), quest'ultima è sottoposta ad un'ulteriore operazione di deformazione al fine di premere in contatto fra loro i fianchi di ciascuna nervatura (5), almeno per la maggior parte di dette nervature.

2. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che sia al termine di detta deformazione progressiva di detta porzione di tubo (1a). sia dopo detta ulteriore operazione di deformazione per premere in contatto fra loro i fianchi di ciascuna nervatura, la parete del tubo conserva una conformazione cilindrica fra una nervatura e l'altra.

3. Procedimento secondo la rivendicazione 1 o 2, caratterizzato dal fatto che detta ulteriore operazione di deformazione per premere in contatto fra loro i fianchi di ciascuna nervatura viene eseguita con l'ausilio di un gruppo utensile includente una pluralità di settori (61) supportati in modo radialmente scorrevole entro scanalature radiali (60b) formate su una faccia di un anello di supporto (60), detti settori (61) essendo applicati intorno alla suddetta porzione di tubo (1a) ed essendo spostati in una configurazione chiusa in cui essi sono nelle loro posizioni radiali più interne mediante

spostamento assiale sopra di essi di una bussola (62) avente una superficie interna conica (62a) in contatto con le superfici esterne di detti settori (61).

4. Procedimento secondo la rivendicazione 1 o 2, caratterizzato dal fatto che la suddetta ulteriore operazione di deformazione per premere in contatto fra loro i fianchi di ciascuna nervatura (5) viene effettuata con l'ausilio di un gruppo utensile (7) comprendente una bussola cilindrica (70) che supporta in modo liberamente girevole una pluralità di rulli (71) disposti radialmente e girevoli liberamente ciascuno intorno ad un asse tangenziale (71a), detto gruppo utensile (7) comprendendo anche uno stelo (66) destinato ad essere ricevuto all'interno della porzione di tubo (1a), e detti rulli (71) essendo atti ad impegnare la superficie esterna della suddetta porzione di tubo (1a) e a deformarla progressivamente nel corso di un loro rotolamento sopra la porzione di tubo premendo i due fianchi di ciascuna nervatura (5) nello spazio compreso fra due rulli adiacenti (71) in prossimità della zona di contatto di tali rulli con la superficie esterna della porzione di tubo (1a).

5. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che successivamente alla suddetta ulteriore operazione di deformazione, viene eseguita un'ultima fase di deformazione della porzione di tubo (1a) con l'ausilio di un gruppo utensile includente una matrice femmina scanalata (40'') ed un punzone maschio scanalato (45''), detta matrice (40'') e detto punzone scanalato (46'') essendo fissi assialmente l'uno rispetto all'altro ed essendo mobili insieme rispettivamente all'esterno e all'interno della porzione di tubo (1a) per provocarne una deformazione finale nella configurazione desiderata.

6. Apparecchiatura per l'uso nel procedimento secondo la rivendicazione 1 per eseguire la suddetta ulteriore operazione di deformazione al fine di premere in contatto fra loro i fianchi di ciascuna nervatura, caratterizzata dal fatto che comprende un gruppo utensile includente una pluralità di settori (61) supportati in modo radialmente scorrevole entro scanalature radiali (60b) formate su una faccia di un anello di supporto (60), ed una bussola (62) avente una superficie interna conica (62a) in contatto con le superfici esterne di detti settori (61) e spostabile assialmente rispetto ad essi.

7. Apparecchiatura per l'uso nel procedimento secondo la rivendicazione 1 per eseguire la suddetta ulteriore operazione di deformazione al fine di premere in contatto fra loro i fianchi di ciascuna nervatura, caratterizzata dal fatto che comprende un gruppo

utensile includente una bussola cilindrica (70) che supporta in modo liberamente girevole una pluralità di rulli (71) disposti radialmente e girevoli liberamente ciascuno intorno ad un asse tangenziale (71a), detto gruppo utensile (7) comprendendo anche uno stelo (66) destinato ad essere ricevuto all'interno della porzione di tubo (1a), e detti rulli (71) essendo atti ad impegnare la superficie esterna della suddetta porzione di tubo (1a) e a deformarla progressivamente nel corso di un loro rotolamento sopra la porzione di tubo premendo i due fianchi di ciascuna nervatura (5) nello spazio compreso fra due rulli adiacenti (71) in prossimità della zona di contatto di tali rulli con la superficie esterna della porzione di tubo (1a).

8. Tubo metallico scanalato, caratterizzato dal fatto che è ottenuto tramite un procedimento secondo almeno una delle rivendicazioni 1-5.

CLAIMS

1. Method for forming a metal tube (1) having at least one smooth portion (1c) and at least one fluted portion (1a), wherein the fluted portion is obtained starting from an initially smooth portion by a progressive deformation of the smooth portion through at least two subsequent stages, wherein each stage is carried out with the aid of a tool unit (4,4') including a fluted female die (40, 40') adapted for receiving therein the tube portion (1a) to be formed, and a fluted male mandrel (45, 45') able to have an axial relative movement within said tube portion (1a), so as to provide the tube with a cross-section having an undulated profile, defining a plurality of longitudinal ridges (5) distributed around the tube (1a) at positions circumferentially spaced from each other,

characterized in that most of the ridges (5) formed by said progressive deformation of said tube portion (1a) each have a width in the circumferential direction which is substantially lower than the distance along the circumferential direction between each pair of adjacent ridges (5), and

in that after said progressive deformation of said tube portion (1a), the latter is subjected to a further deforming operation in order to press the sides of each ridge (5) in contact against each other, at least for most of said ridges.

2. Method according to claim 1, characterized in that both at the end of said progressive deformation of said tube portion (1a), and after said further deforming operation for pressing the sides of each ridge in contact against each other, the wall of the tube is kept with its cylindrical configuration between each pair of adjacent ridges.

3. Method according to claim 1 or 2, characterized in that said further deforming operation for pressing the sides of each ridge in contact against each other is carried out with the aid of a tool unit including a plurality of sectors (61) radially slidably supported within radial slots (60b) formed on one face of a supporting ring (60), said sectors (61) being arranged around said tube portion (1a) and being moved to a closed configuration in which they are at their innermost radial positions by axially moving thereon a bush (62) having an inner conical surface (62a) in contact with the outer surfaces of said sectors (61).

4. Method according to claim 1 or 2, characterized in that said further deforming operation for pressing the sides of each ridge (5) in contact against each other is carried out with the aid of a tool unit (7) comprising a cylindrical bush (70) which freely rotatably supports a plurality of rollers (71) arranged radially and freely rotatable each around a tangential axis (71a), said tool unit (7) also comprising a stem (66) which is to be received within the tube portion (1a), and said rollers (71) being adapted to engage the outer surface of said tube portion (1a) as well as to deform it progressively during their rolling over the tube portion, by pressing the two sides of each ridge (5) within the gap between two adjacent rollers (71) in proximity of the area of contact of these rollers with the outer surface of the tube portion (1a).

5. Method according to claim 1, characterized in that after said further deforming operation, a final deformation stage of the tube portion (1a) is carried out with the aid of a tool unit including a fluted female die (40'') and a fluted male mandrel (45''), said die (40'') and said fluted mandrel (46'') being axially fixed relative to each other and being movable together on the outside and the inside, respectively, of the tube portion (1a) to cause a final deformation thereof into the desired configuration.

6. Apparatus for use in the method according to claim 1 in order to carry out said further deforming operation for processing the sides of each ridge in contact against each other, characterized in that it comprises a tool unit including a plurality of sectors (61) radially slidably supported within radial slots (60b) formed on one face of a supporting ring (60) and a bush (62) having an inner conical surface (62a) in contact with the outer surfaces of said sectors (61) and axially movable relative thereto.

7. Apparatus for use in the method according to claim 1 for carrying out said further deforming operation in order to press the sides of each ridge in contact with each other, characterized in that it comprises a tool unit including a cylindrical bush (70) which freely rotatably supports a plurality of rollers (71) arranged radially and freely rotatable each around a tangential axis (71a) said tool unit (7) also comprising a stem (66) which is to be received within the tube portion (1a), and said rollers (71) being adapted to engage the outer surfaces of said tube portion (1a) and to deform it

progressively during their rolling over the tube portion by pressing the two sides of each ridge (5) within the gap between two adjacent rollers (71) in proximity of the area of contact of these rollers with the outer surface of the tube portion (1a).

8. Fluted metal tube, characterized in that it is obtained by a method according at least one of claims 1-5.

FIG. 1

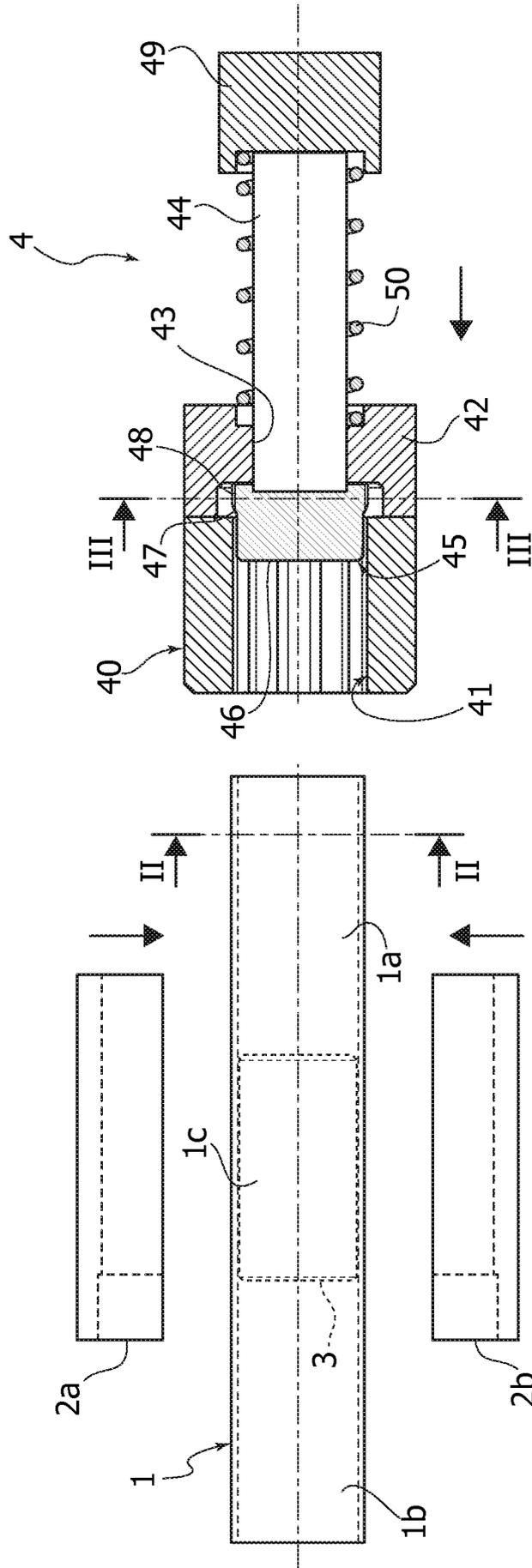


FIG. 2

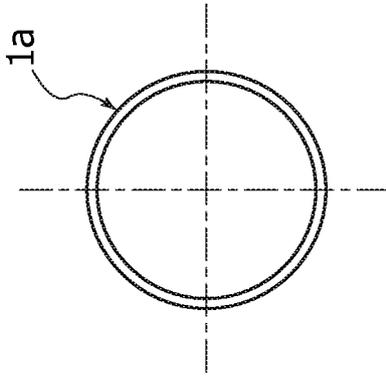


FIG. 3

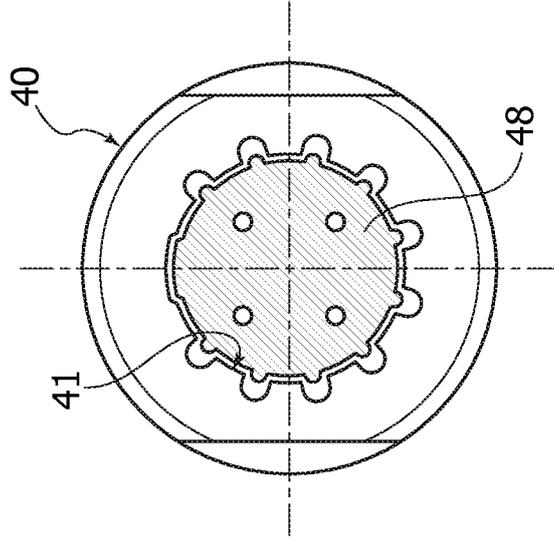


FIG. 4

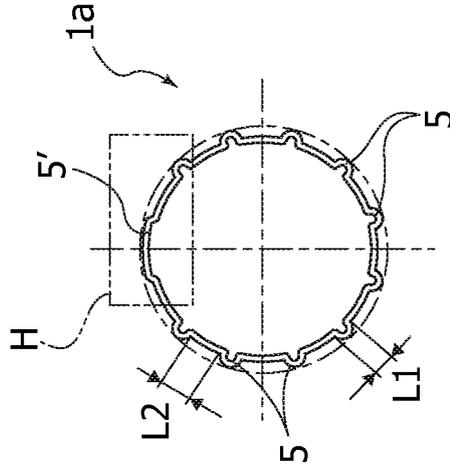


FIG. 5

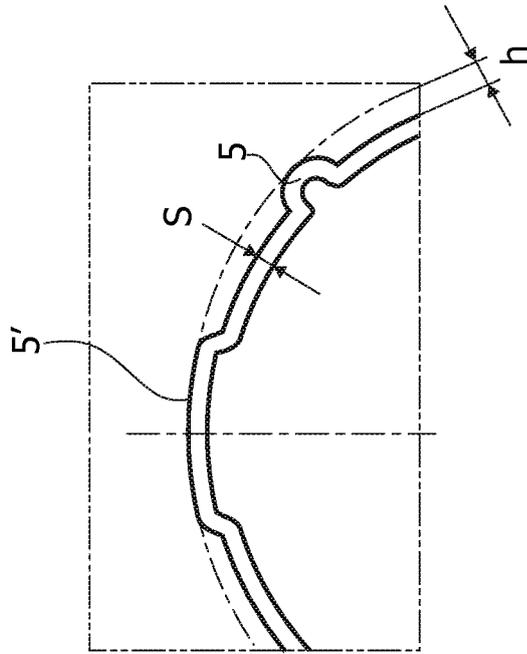


FIG. 6

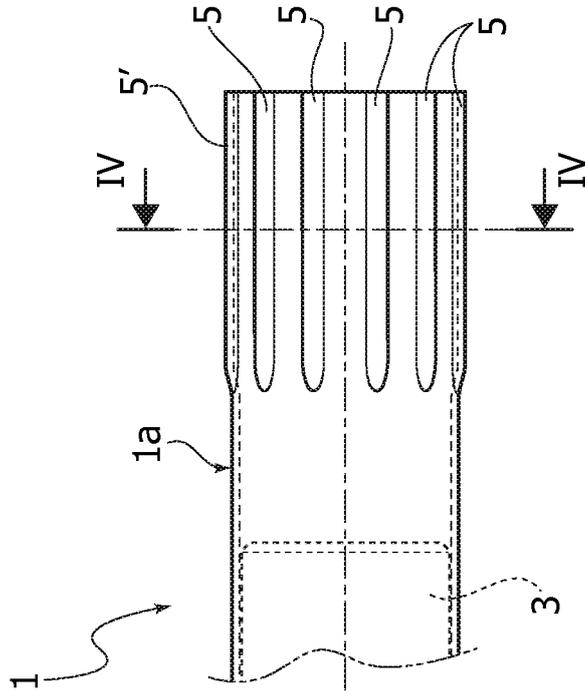


FIG. 8

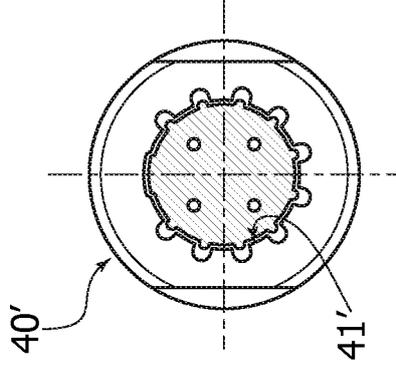


FIG. 7

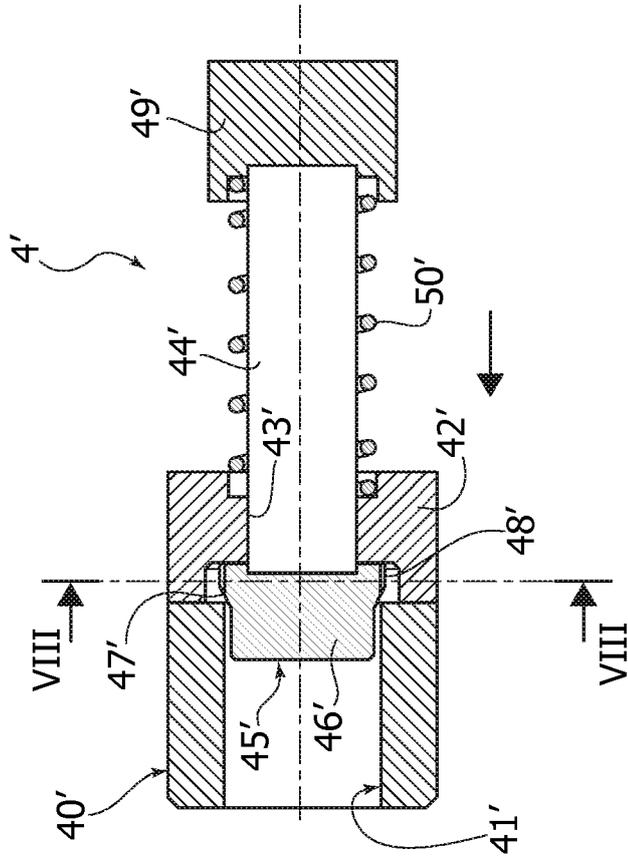


FIG. 9

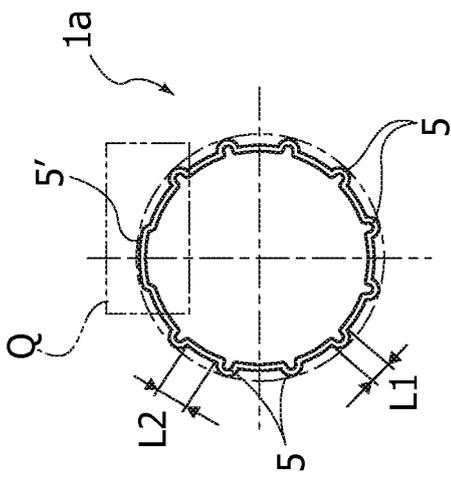


FIG. 10

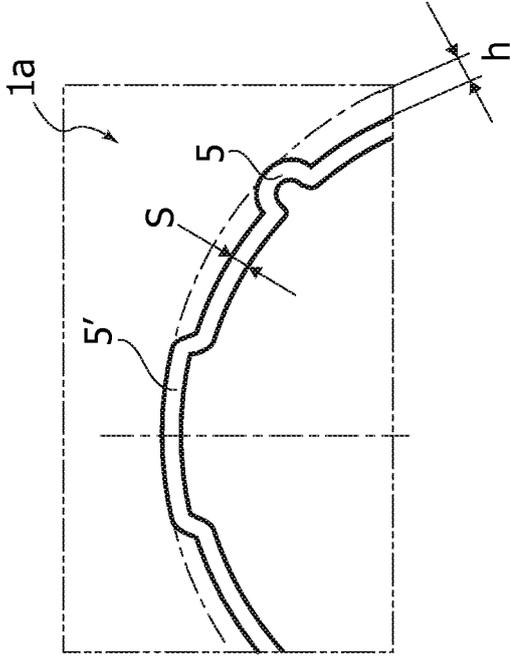


FIG. 11

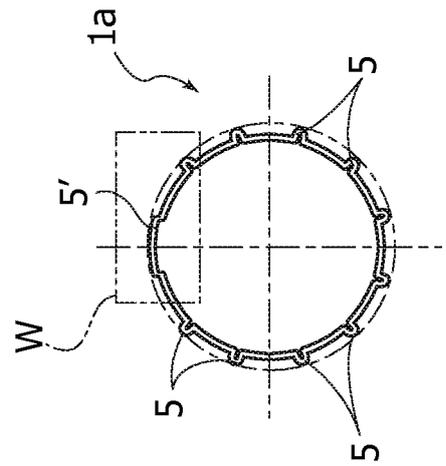


FIG. 12

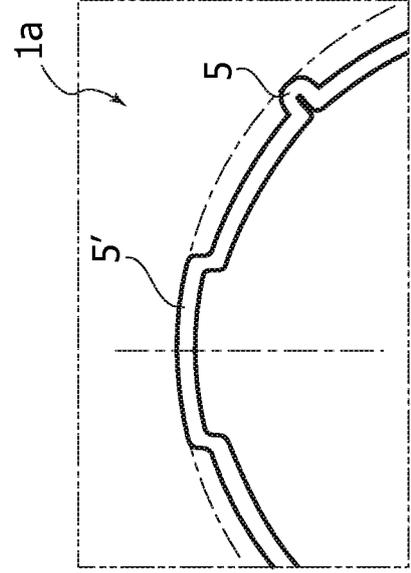


FIG. 15

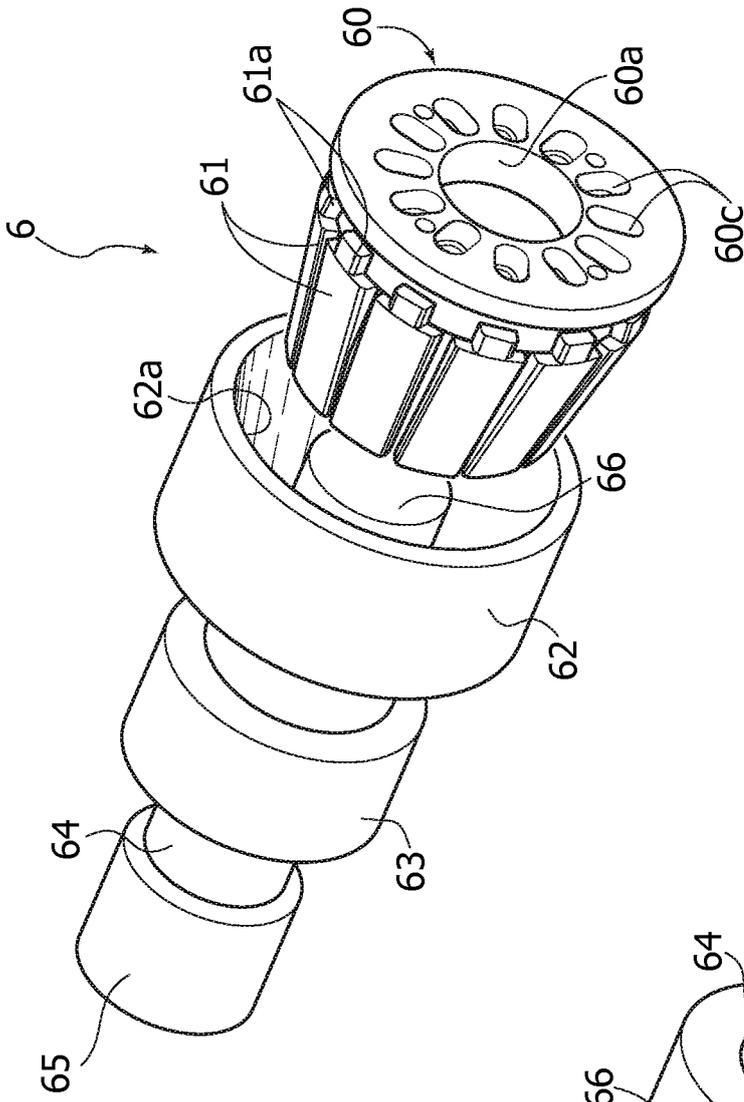


FIG. 14

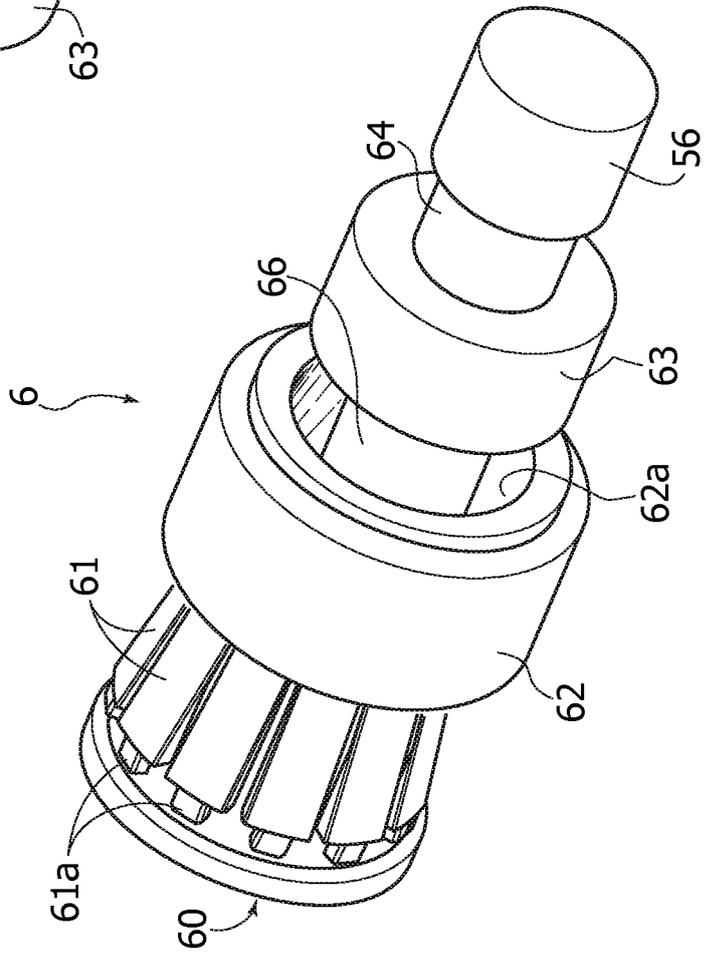


FIG. 17

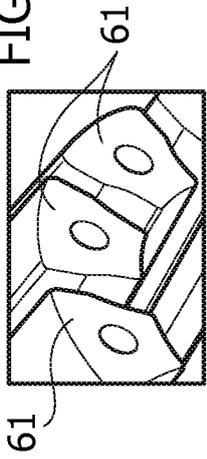


FIG. 19

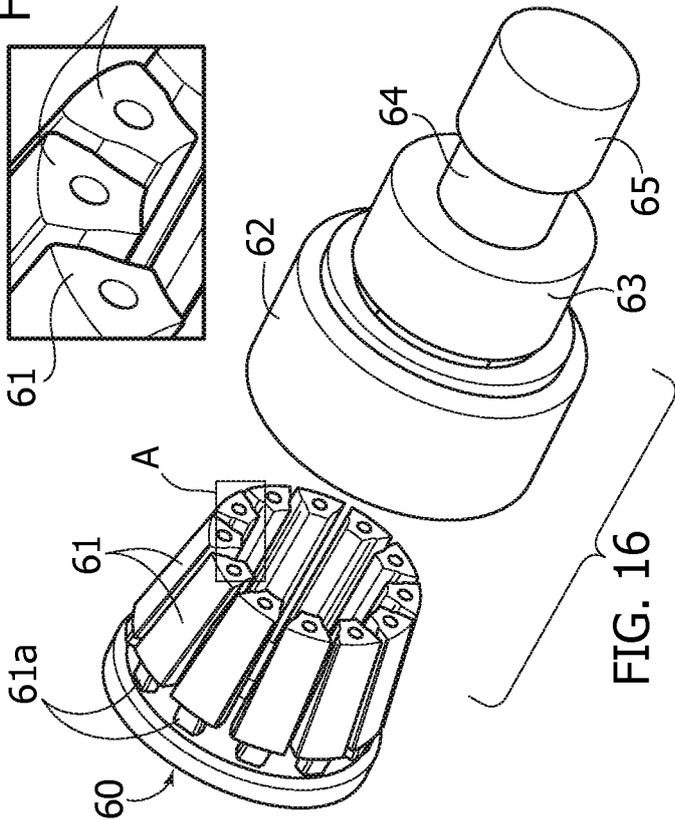
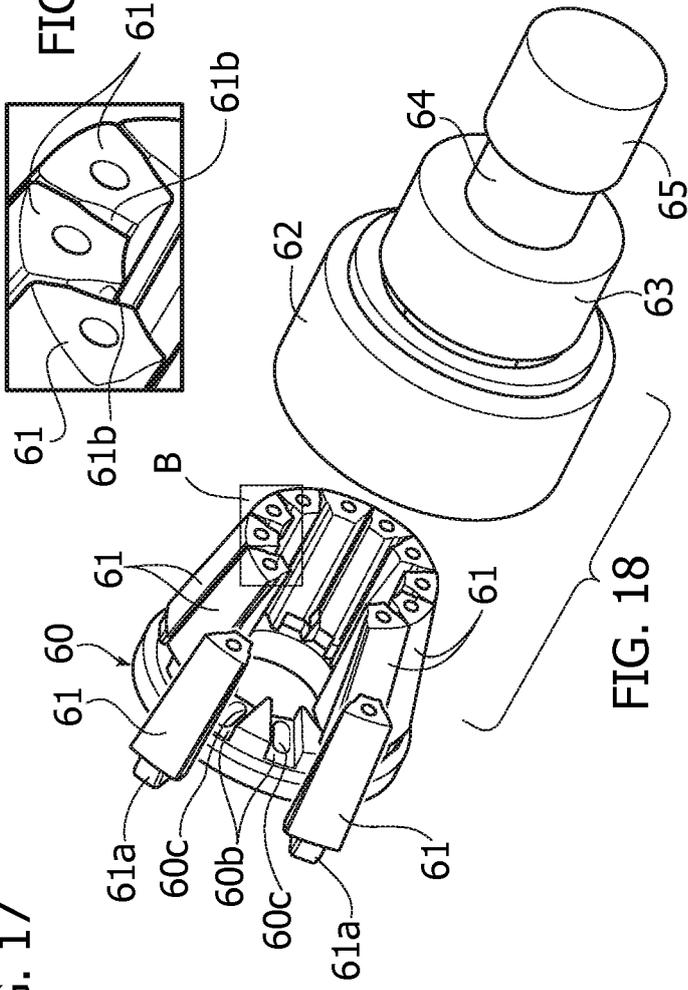
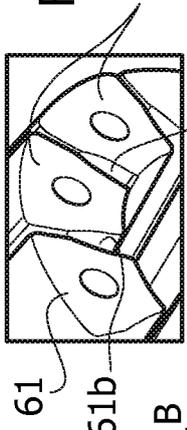


FIG. 16

FIG. 18

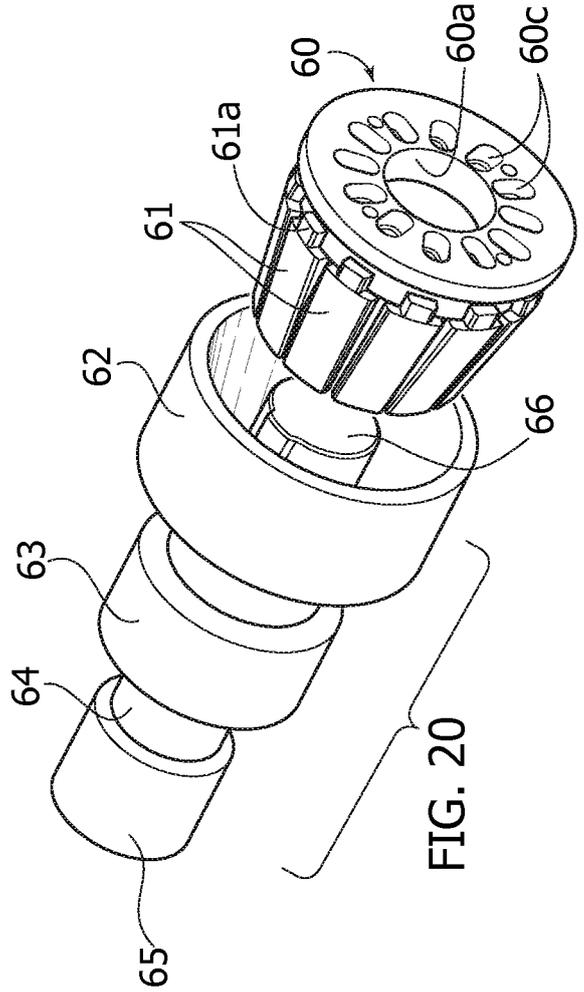


FIG. 20

FIG. 22

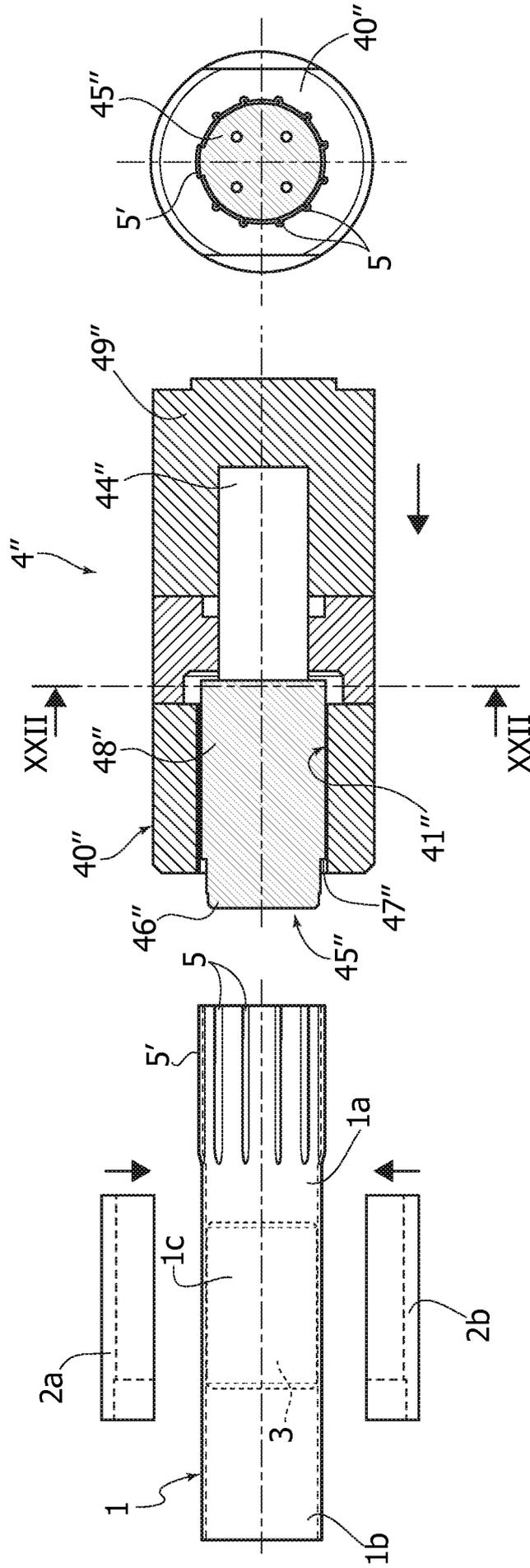


FIG. 21

FIG. 24

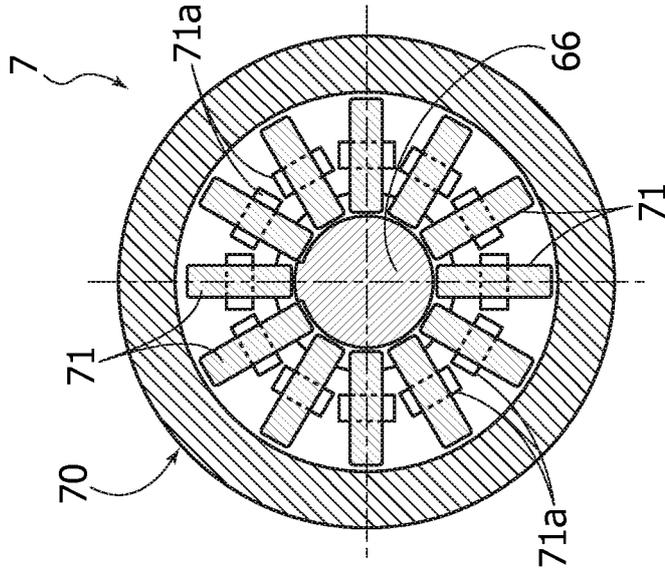


FIG. 23

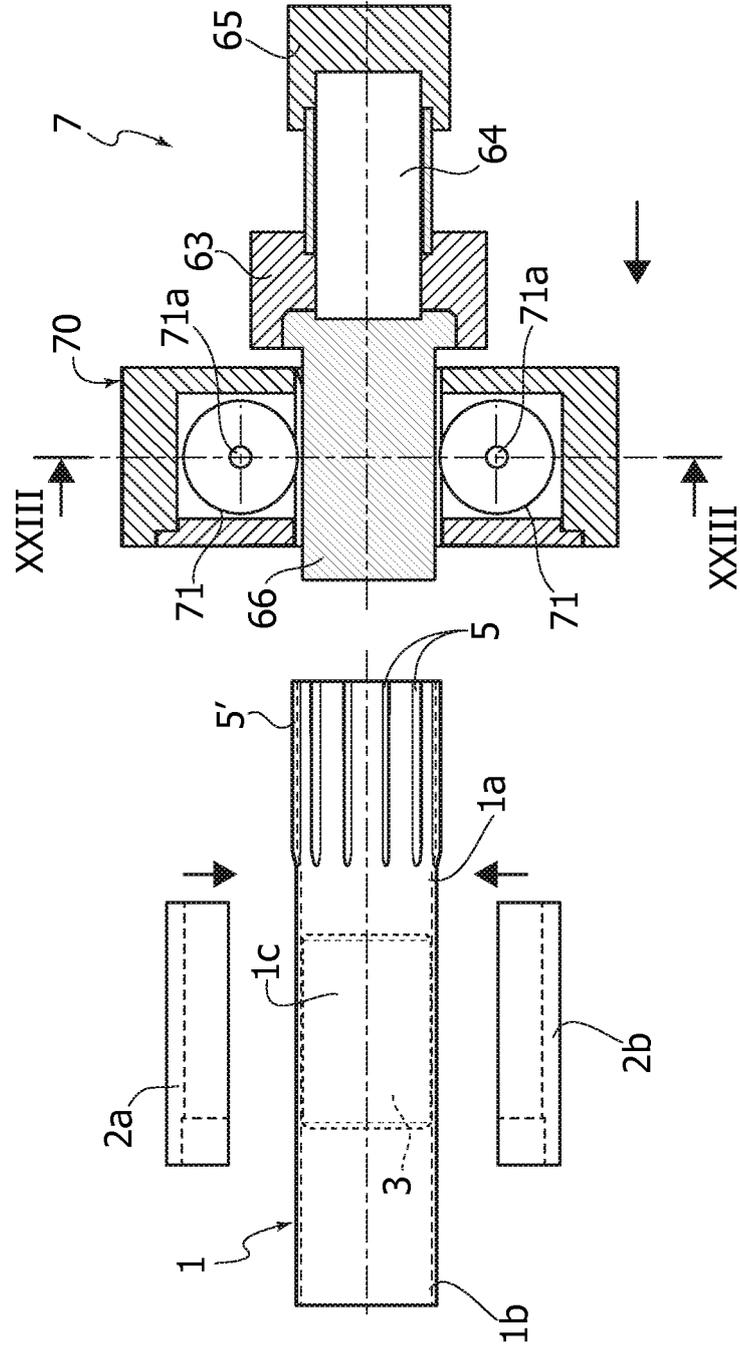


FIG. 25

