



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102018000007100
Data Deposito	11/07/2018
Data Pubblicazione	11/01/2020

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	21	D	7	02

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	21	D	7	08

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	21	D	11	06

Titolo

Procedimento per la fabbricazione di prodotti tubolari a curvatura complessa, quali bobine ELM.
--

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Procedimento per la fabbricazione di prodotti tubolari a curvatura complessa, quali bobine ELM"

Di: CTE SISTEMI S.r.l., nazionalità italiana, Via

5 G. Alessi 5/1, 16128 Genova

Inventore designato: Marco DANI

Depositato il: 11 luglio 2018

DESCRIZIONE

10 Settore tecnico

La presente invenzione riguarda in generale un procedimento per la fabbricazione di prodotti tubolari. In particolare, la presente invenzione riguarda un procedimento per la fabbricazione di prodotti tubolari a curvatura complessa, ovvero con tratti curvi immediatamente adiacenti che sono curvati ciascuno su un rispettivo piano di curvatura.

Un ulteriore aspetto dell'invenzione riguarda un'apparecchiatura per la fabbricazione di prodotti tubolari del tipo sopra identificato.

Il termine "prodotto tubolare" utilizzato nella descrizione e nelle rivendicazioni che seguono è da intendersi riferito ad un qualsiasi prodotto ottenuto a partire da un tubo metallico (la cui sezione trasversale può essere di forme diverse, in

particolare di forma circolare) o ad un analogo semilavorato allungato, quale una barra o un profilato.

Tecnica nota

5 Sono noti diversi procedimenti per l'ottenimento di prodotti tubolari mediante esecuzione di operazioni di piegatura su tubi metallici. Generalmente, a seconda delle geometrie da realizzare e del materiale del tubo di partenza, le operazioni
10 di piegatura possono essere eseguite utilizzando, ad esempio, dispositivi di piegatura del tipo a rulli o del tipo a stampo.

Nella piegatura tramite dispositivo di piegatura a rulli, un tubo metallico inizialmente diritto
15 to viene fatto avanzare nella direzione del proprio asse longitudinale e fatto passare tra almeno tre rulli disposti alternativamente da parti opposte rispetto al tubo, dei quali il rullo intermedio è mobile trasversalmente, cioè sostanzialmente perpendicolarmente all'asse longitudinale del tubo.
20 Mentre il tubo viene fatto avanzare nella direzione del proprio asse longitudinale, quanto più il rullo intermedio viene premuto contro il tubo verso l'asse longitudinale del tubo stesso, tanto minore è il
25 raggio di curvatura del tubo che si ottiene. Cam-

biando l'orientamento relativo del tubo rispetto al
dispositivo di piegatura, ovvero rispetto ai tre
rulli del dispositivo di piegatura, è possibile
cambiare l'orientamento del piano di curvatura del
5 tubo nello spazio.

Con dispositivi di piegatura a rulli, che pure
hanno il vantaggio di garantire un'elevata preci-
sione dimensionale e geometrica, risulta pressoché
impossibile ottenere prodotti tubolari a curvatura
10 complessa, eseguendo in sequenza le varie piegature
su tratti di tubo immediatamente adiacenti. Infat-
ti, un dispositivo di piegatura a rulli deforma
plasticamente il tubo in corrispondenza del rullo
intermedio, mentre gli altri rulli devono insistere
15 su tratti di tubo, curvi o dritti, giacenti sul
piano del tubo. In particolare, il problema di rea-
lizzare tratti curvi immediatamente adiacenti con
curvature giacenti su piani di curvatura diversi
risulta particolarmente arduo da affrontare se,
20 considerando due curve adiacenti, la prima che deve
essere eseguita ha anche un raggio di curvatura
particolarmente ridotto.

Il procedimento oggetto della presente inven-
zione è stato concepito con specifico riguardo alla
25 fabbricazione di cosiddette bobine ELM per reattori

a fusione nucleare, vale a dire bobine per il controllo delle instabilità localizzate al bordo del plasma (ELM - Edge Localized Mode). Si tratta di prodotti tubolari che presentano una geometria particolarmente complessa, con una successione di tratti curvi immediatamente adiacenti, e che devono essere realizzati con tolleranze molto strette.

Come risulterà chiaro dalla descrizione che segue, l'invenzione non è tuttavia da intendersi limitata alla fabbricazione di bobine ELM, ma può essere applicata alla fabbricazione di altri tipi di prodotti tubolari a curvatura complessa.

Sintesi dell'invenzione

Scopo della presente invenzione è fornire un procedimento che permetta di ottenere prodotti tubolari a curvatura complessa con elevata precisione, e che sia quindi adatto alla realizzazione, ad esempio, di bobine ELM.

Questo e altri scopi sono pienamente raggiunti secondo un primo aspetto della presente invenzione grazie a procedimento come definito nell'annessa rivendicazione indipendente 1 e, secondo un ulteriore aspetto della presente invenzione, grazie a un'apparecchiatura come definita nell'annessa rivendicazione indipendente 7.

Forme di attuazione vantaggiose dell'invenzione sono specificate nelle rivendicazioni dipendenti, il cui contenuto è da intendersi come parte integrale e integrante della descrizione che segue.

- 5 In sintesi, l'invenzione si fonda sull'idea di realizzare un procedimento per la fabbricazione di un prodotto tubolare a curvatura complessa a partire da un tubo metallico estendentesi lungo un asse longitudinale rettilineo, comprendente le fasi di:
- 10 a) effettuare, tramite un primo dispositivo di piegatura, preferibilmente un dispositivo di piegatura del tipo a rulli, una pluralità di prime operazioni di piegatura, ciascuna su un rispettivo primo tratto diritto del tubo, e ciascuna su un piano di cur-
- 15 vatura passante per l'asse longitudinale, in maniera tale che il tubo in uscita dal detto primo dispositivo di piegatura comprenda una rispettiva pluralità di primi tratti curvi, intervallati da secondi tratti diritti; ed
- 20 b) effettuare sul tubo in uscita da detto primo dispositivo di piegatura, tramite un secondo dispositivo di piegatura, preferibilmente un dispositivo di piegatura del tipo a stampo, una pluralità di seconde operazioni di piegatura, ciascuna su uno di
- 25 detti secondi tratti diritti, in maniera tale che

il tubo in uscita da detto secondo dispositivo di
piegatura comprenda, fra ciascuna coppia di primi
tratti curvi consecutivi, un rispettivo secondo
tratto curvo, e che il prodotto tubolare così otte-
5 nuto comprenda primi e secondi tratti curvi imme-
diatamente adiacenti.

L'invenzione riguarda altresì un'apparecchia-
tura per la fabbricazione di prodotti tubolari a
curvatura complessa a partire da un tubo metallico
10 estendentesi lungo un asse longitudinale rettilineo
comprendente:

un dispositivo di avanzamento atto a fare
avanzare il tubo lungo la direzione del suo asse
longitudinale,

15 un primo dispositivo di piegatura a rulli che
è posto a valle del dispositivo di avanzamento per
effettuare operazioni di piegatura sul tubo ad esso
alimentato dal dispositivo di avanzamento,

un secondo dispositivo di piegatura a stampo
20 posto a valle di detto primo dispositivo di piega-
tura per effettuare operazioni di piegatura sul tu-
bo in uscita da detto primo dispositivo di piegatu-
ra, e

mezzi di supporto disposti fra detti primo e
25 secondo dispositivo di piegatura per supportare il

tubo in uscita da detto primo dispositivo di piegatura.

Grazie ad un tale procedimento e ad una tale apparecchiatura è possibile fabbricare prodotti tubolari a curvatura complessa, ovvero con tratti curvi immediatamente adiacenti, quali ad esempio bobine ELM.

Breve descrizione dei disegni

Ulteriori caratteristiche e vantaggi della presente invenzione risulteranno più chiaramente dalla descrizione dettagliata che segue, data a puro titolo di esempio non limitativo con riferimento ai disegni allegati, in cui:

la figura 1 è una vista prospettica di una bobina ELM quale esempio di un prodotto tubolare a curvatura complessa ottenibile tramite un procedimento secondo l'invenzione,

la figura 2 mostra schematicamente una prima fase del procedimento secondo l'invenzione per l'ottenimento del prodotto tubolare di figura 1,

la figura 3 mostra schematicamente una seconda fase del procedimento secondo l'invenzione per l'ottenimento del prodotto tubolare di figura 1,

la figura 4 è una vista prospettica di un dispositivo di piegatura a stampo di un'apparecchia-

tura per la fabbricazione di prodotti tubolari secondo la presente invenzione, e

la figura 5 è una vista prospettica che mostra in dettaglio la matrice del dispositivo di piegatura a stampo di figura 4.

Descrizione dettagliata

Con riferimento inizialmente alla figura 1, un prodotto tubolare ottenibile tramite un procedimento secondo l'invenzione è generalmente indicato con 10'. Il prodotto tubolare 10' comprende primi e secondi tratti curvi 10a' e 10b' alternati tra loro e immediatamente adiacenti. In particolare, i secondi tratti curvi 10b' presentano un raggio di curvatura minore di quello dei primi tratti curvi 10a'. Come esempio di prodotto tubolare 10' ottenibile con il procedimento dell'invenzione è mostrata in figura 1 una bobina ELM, che comprende una pluralità di spire 12 aventi ciascuna una pluralità di lati curvi, corrispondenti ai primi tratti curvi 10a', e, fra ciascuna coppia di lati curvi consecutivi, un tratto di raccordo, corrispondente ad un secondo tratto curvo 10b', con raggio di curvatura minore del raggio di curvatura dei lati curvi. Ad esempio, la bobina 10' può avere sei spire 12, ciascuna con quattro lati 10a', raccordati l'uno all'altro da al-

trettanti tratti di raccordo 10b'.. Chiaramente, il numero di spire e di lati può essere scelto a piacere, a seconda dei requisiti che la bobina deve rispettare.

5 Con riferimento ora alle figure 2 e 3, si descriverà il procedimento di fabbricazione del prodotto tubolare 10' a partire da un tubo 10 di materiale metallico.

10 Il tubo 10 è rappresentato nei disegni come tubo a sezione circolare, ma può avere sezione di forma diversa da quella circolare.

15 Con x è indicato l'asse longitudinale x, inizialmente rettilineo, del tubo 10. Con 10a sono indicati primi tratti diritti del tubo 10 corrispondenti, nel prodotto tubolare 10' finale, ai suddetti primi tratti curvi 10a', mentre con 10b sono indicati secondi tratti diritti del tubo 10 corrispondenti, nel prodotto tubolare 10' finale, ai suddetti secondi tratti curvi 10b'. Come mostrato
20 in figura 2, i primi tratti diritti 10a sono alternati ai secondi tratti diritti 10b e si estendono immediatamente adiacenti ai secondi tratti diritti 10b.

25 Il prodotto tubolare 10' viene ottenuto secondo l'invenzione con un procedimento di fabbricazione

ne comprendente essenzialmente le fasi di:

a) effettuare una pluralità di prime operazioni di piegatura, ciascuna su un rispettivo primo tratto diritto 10a del tubo 10, tramite un primo dispo-

5 sitivo di piegatura 20, ed

b) effettuare una pluralità di seconde operazioni di piegatura, ciascuna su un rispettivo secondo tratto diritto 10b del tubo 10, tramite un secondo dispositivo di piegatura 22.

10 In particolare, la figura 2 mostra la suddetta fase a), in cui il tubo 10 viene alimentato, tramite un dispositivo di avanzamento 18 (di tipo per sé noto e dunque mostrato nei disegni solamente in modo molto schematico), al primo dispositivo di pie-
15 gatura 20 per l'effettuazione delle suddette prime operazioni di piegatura.

Le prime operazioni di piegatura sono eseguite ciascuna su un rispettivo primo tratto diritto 10a del tubo 10, e ciascuna su un piano di curvatura
20 passante per l'asse longitudinale x del tubo, in maniera tale per cui il tubo 10 in uscita dal primo dispositivo di piegatura 20 comprende una corrispondente pluralità di primi tratti curvi 10a' che sono intervallati dai secondi tratti diritti 10b.

25 Preferibilmente, il primo dispositivo di pie-

gatura 20 è un dispositivo di piegatura a rulli, di tipo per sé noto. Più specificamente, il dispositivo di piegatura 20 comprende almeno tre rulli, vale a dire due rulli di estremità 20a che sono disposti da un lato del tubo 10, e un rullo intermedio 20b che è disposto dall'altro lato del tubo 10 ed è montato mobile trasversalmente, cioè in direzione sostanzialmente perpendicolare all'asse longitudinale x. Controllando la posizione del rullo intermedio 20b è possibile regolare il raggio di curvatura ottenuto. Mentre il tubo 10 viene fatto avanzare passando attraverso i tre rulli 20a, 20b, quanto più il rullo intermedio 20b viene premuto contro il tubo 10 tanto minore è il raggio di curvatura ottenuto.

Il primo dispositivo di piegatura 20 è in grado di piegare il tubo 10 solo in un determinato piano di curvatura passante per l'asse longitudinale x del tubo 10. Al fine di cambiare il piano di curvatura, è possibile modificare l'orientamento relativo dei rulli 20a, 20b rispetto al tubo 10.

Il primo dispositivo di piegatura 20 può comprendere inoltre un quarto rullo (non mostrato, ma comunque di tipo per sé noto), o rullo precursore, avente la funzione di stabilizzare in ingresso il

tubo 10 mentre questo viene fatto avanzare durante il processo di piegatura.

La figura 3 mostra anche la suddetta fase b) del procedimento secondo l'invenzione, in cui il tubo 10 in uscita dal primo dispositivo di piegatura 20 è sottoposto alle suddette seconde operazioni di piegatura tramite un secondo dispositivo di piegatura 22 posto a valle del primo dispositivo di piegatura 20.

Le seconde operazioni di piegatura sono eseguite ciascuna su un rispettivo secondo tratto diritto 10b del tubo 10, in maniera tale per cui il prodotto tubolare 10' in uscita dal secondo dispositivo di piegatura 22 comprende, fra ciascuna coppia di primi tratti curvi 10a' consecutivi, un rispettivo secondo tratto curvo 10b'.

Con riferimento in particolare alle figure 4 e 5, il secondo dispositivo di piegatura 22 è, preferibilmente, un dispositivo di piegatura del tipo a stampo, comprendente, in modo per sé noto, uno stampo, o matrice, 24, presentante una gola 28a, e almeno due pattini o morse di serraggio 26, presentanti rispettive gole 28b. I pattini o morse di serraggio 26 sono predisposti per agire sul tubo 10, in cooperazione con lo stampo 24, per piegare

il tubo 10 secondo una data curva. Con il secondo
dispositivo di piegatura 22 possono essere eseguite
piegature sia nel piano sia nello spazio. Nell'e-
sempio delle figure 4 e 5 il secondo dispositivo di
5 piegatura 22 è configurato per eseguire piegature
nello spazio.

Opzionalmente, il procedimento può anche com-
prendere le operazioni di misurare l'entità dell'a-
vanzamento del tubo 10 e/o di marcare il tubo 10
10 durante l'avanzamento, tramite rispettivamente un
dispositivo di misura (non mostrato, ma comunque di
tipo per sé noto) e un dispositivo di marcatura
(non mostrato, ma comunque di tipo per sé noto), ad
esempio un dispositivo di marcatura a inchiostro o
15 laser.

Il procedimento secondo l'invenzione può esse-
re attuato, ad esempio, effettuando dapprima tutte
le prime operazioni di piegatura mediante il primo
dispositivo di piegatura 20, per ottenere tutti i
20 primi tratti curvi 10a' del prodotto tubolare 10',
e poi effettuando tutte le seconde operazioni di
piegatura mediante il secondo dispositivo di piega-
tura 22, per ottenere tutti i secondi tratti curvi
10b' del prodotto tubolare 10'.

25 Alternativamente, il procedimento secondo

l'invenzione può essere attuato, ad esempio, eseguendo in sequenza le prime e le seconde operazioni di piegatura mediante rispettivamente il primo e il secondo dispositivo di piegatura 20 e 22 per ottenere ogni volta una porzione del prodotto tubolare 10' comprendente almeno due primi tratti curvi 10a' e, fra ciascuna coppia di primi tratti curvi 10a', un secondo tratto curvo 10b'.

In particolare, quando utilizzato per la fabbricazione di una bobina ELM avente una pluralità di spire 12, il procedimento secondo l'invenzione può essere attuato o realizzando le spire tutte insieme, vale a dire eseguendo dapprima tutte le prime operazioni piegatura e poi tutte le seconde operazioni di piegatura, o procedendo spira dopo spira, vale a dire eseguendo dapprima le prime operazioni piegatura previste per una prima spira e poi le seconde operazioni di piegatura previste per la prima spira e quindi ripetendo tali operazioni per le spire successive.

Come già anticipato, un ulteriore aspetto dell'invenzione riguarda un'apparecchiatura per la fabbricazione di prodotti tubolari a curvatura complessa a partire da un tubo metallico estendentesi lungo un asse longitudinale rettilineo x. Tale ap-

parecchiatura comprende, in aggiunta al dispositivo di avanzamento 18, al primo dispositivo di piegatura 20 e al secondo dispositivo di piegatura 22 sopra descritti, mezzi di supporto (non mostrati, ma
5 comunque di tipo per sé noto) disposti fra il primo dispositivo di piegatura 20 e il secondo dispositivo di piegatura 22 per supportare il tubo 10 in uscita dal primo dispositivo di piegatura 20.

L'apparecchiatura 30 può inoltre comprendere
10 il dispositivo di misura e/o il dispositivo di marcatura sopra citati.

Naturalmente, fermo restando il principio dell'invenzione, le forme e modalità di attuazione dell'invenzione potranno essere ampiamente variati
15 rispetto a quanto è stato descritto e illustrato a puro titolo di esempio non limitativo, senza per questo fuoriuscire dall'ambito dell'invenzione, come definito nelle annesse rivendicazioni.

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per la fabbricazione di un prodotto tubolare (10') a curvatura complessa a partire da un tubo (10) metallico estendentesi lungo un
5 asse longitudinale rettilineo (x), comprendente le fasi di
- a) effettuare, tramite un primo dispositivo di piegatura (20), una pluralità di prime operazioni di piegatura, ciascuna su un rispettivo primo tratto
10 diritto (10a) del tubo (10), e ciascuna su un piano di curvatura passante per detto asse longitudinale (x), in maniera tale che il tubo (10) in uscita dal detto primo dispositivo di piegatura (20) comprenda una rispettiva pluralità di primi tratti
15 curvi (10a'), intervallati da secondi tratti diritti (10b); e
- b) effettuare sul tubo (10) in uscita da detto primo dispositivo di piegatura (20), tramite un secondo dispositivo di piegatura (22), una pluralità di
20 seconde operazioni di piegatura, ciascuna su uno di detti secondi tratti diritti (10b), in maniera tale che il tubo (10) in uscita da detto secondo dispositivo di piegatura (22) comprenda, fra ciascuna coppia di primi tratti curvi (10a') consecutivi, un
25 rispettivo secondo tratto curvo (10b'), e che il

prodotto tubolare (10') così ottenuto comprenda primi e secondi tratti curvi (10a', 10b') immediatamente adiacenti.

2. Procedimento secondo la rivendicazione 1, in cui detto primo dispositivo di piegatura (20) è un dispositivo di piegatura a rulli.

3. Procedimento secondo la rivendicazione 1 o la rivendicazione 2, in cui detto secondo dispositivo di piegatura (22) è un dispositivo di piegatura a stampo.

4. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui dapprima sono ottenuti, durante detta fase a) di piegatura mediante detto primo dispositivo di piegatura (20), tutti i detti primi tratti curvi (10a') del prodotto tubolare (10') e successivamente sono ottenuti, durante detta fase b) di piegatura mediante detto secondo dispositivo di piegatura (22), tutti i detti secondi tratti curvi (10b') del prodotto tubolare (10').

5. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 1 alla 3, in cui dette fasi a) e b) di piegatura mediante rispettivamente detti primo e secondo dispositivo di piegatura (20, 22) sono eseguite in sequenza per ottenere ogni volta una rispettiva porzione del prodotto tubolare (10')

comprendente almeno due di detti primi tratti curvi (10a') e almeno uno di detti secondi tratti curvi (10b') estendentesi fra detti primi tratti curvi (10a').

5 6. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, per la fabbricazione di una bobina elettromagnetica, quale prodotto tubolare (10') a curvatura complessa, in cui detta bobina comprende una pluralità di spire (12) aventi ciascuna una pluralità di lati curvi (14) e, fra ciascuna coppia di lati curvi (14) consecutivi, un
10 tratto di raccordo (16) con raggio di curvatura minore del raggio di curvatura dei lati curvi (14), in cui i lati curvi (14) sono ottenuti durante detta fase a) di piegatura tramite detto primo dispositivo di piegatura (20), e in cui i tratti di rac-
15 cordo (16) sono ottenuti durante detta fase b) di piegatura tramite detto secondo dispositivo di piegatura (22).

20 7. Apparecchiatura per la fabbricazione di prodotti tubolari (10') a curvatura complessa a partire da un tubo (10) metallico estendentesi lungo un asse longitudinale rettilineo (x), comprendente
un dispositivo di avanzamento (18) atto a fare
25 avanzare il tubo (10) lungo la direzione del suo

asse longitudinale (x),

un primo dispositivo di piegatura (20) a rulli
che è posto a valle del dispositivo di avanzamento
(18) per effettuare operazioni di piegatura sul tu-
5 bo (10) ad esso alimentato dal dispositivo di avan-
zamento (18),

un secondo dispositivo di piegatura (22) a
stampo posto a valle di detto primo dispositivo di
piegatura (20) per effettuare operazioni di piega-
10 tura sul tubo (10) in uscita da detto primo dispo-
sitivo di piegatura (20), e

mezzi di supporto disposti fra detti primo e
secondo dispositivo di piegatura (20, 22) per sup-
portare il tubo (10) in uscita da detto primo di-
15 spositivo di piegatura (20).

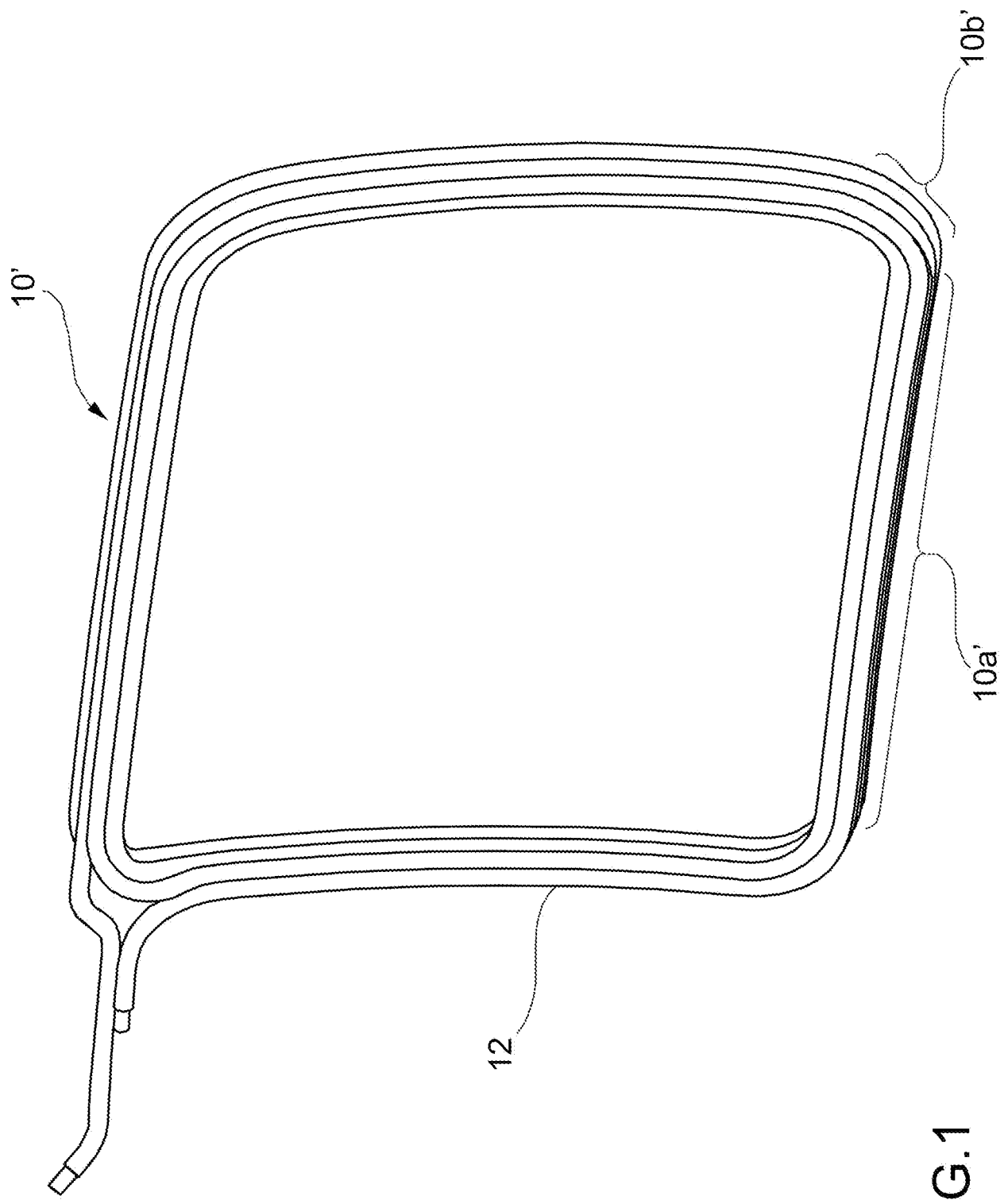


FIG. 1

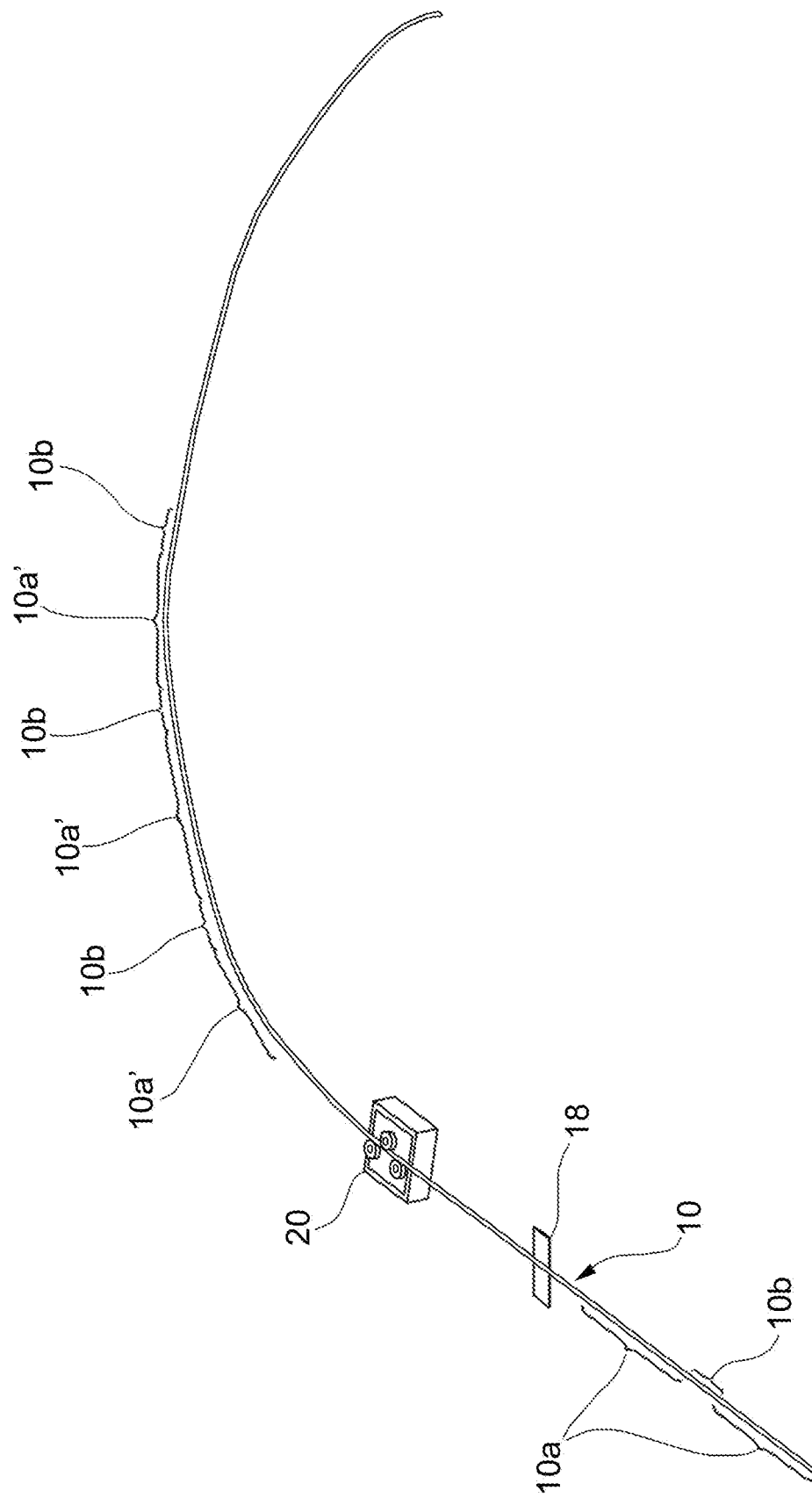
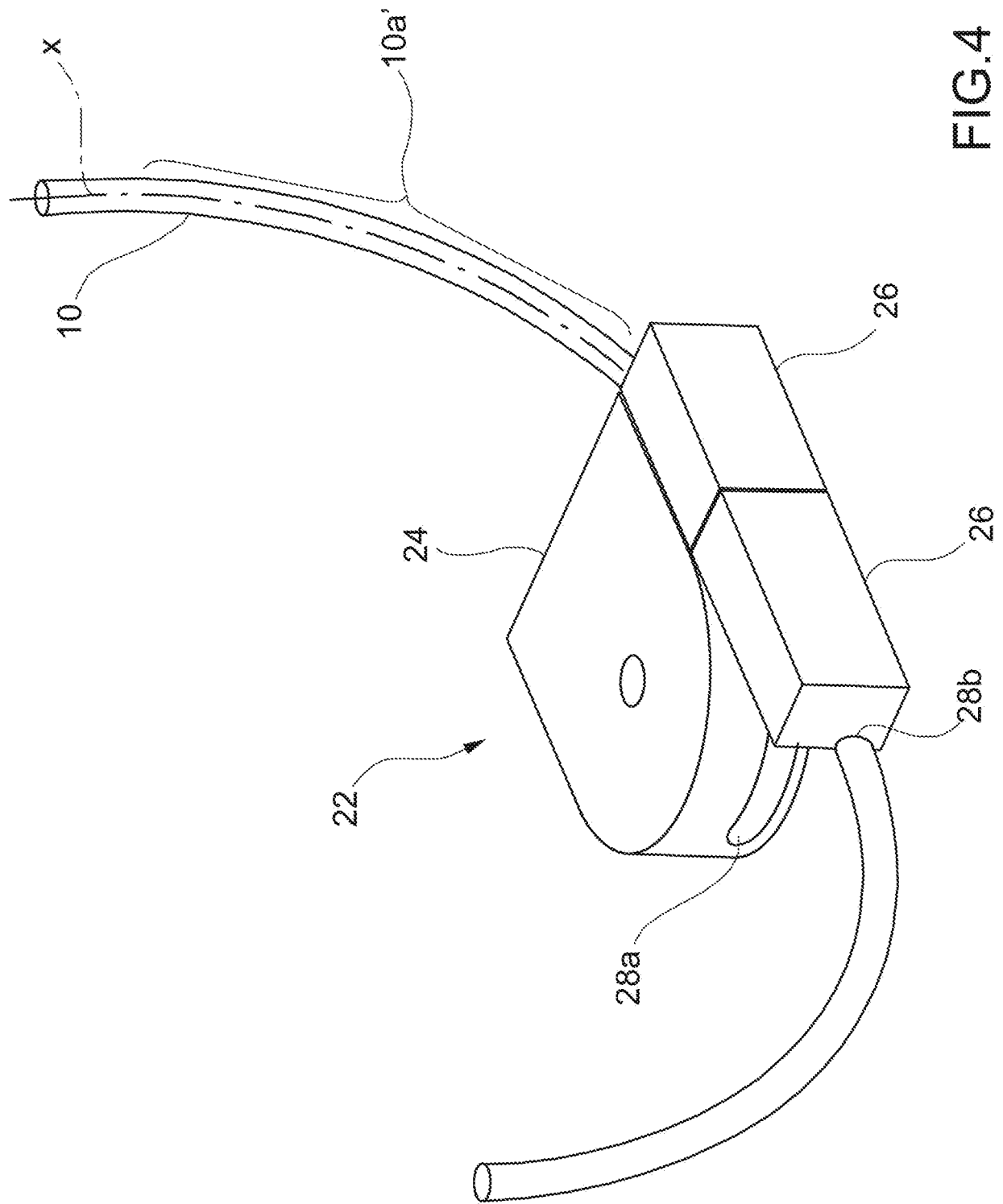


FIG. 2



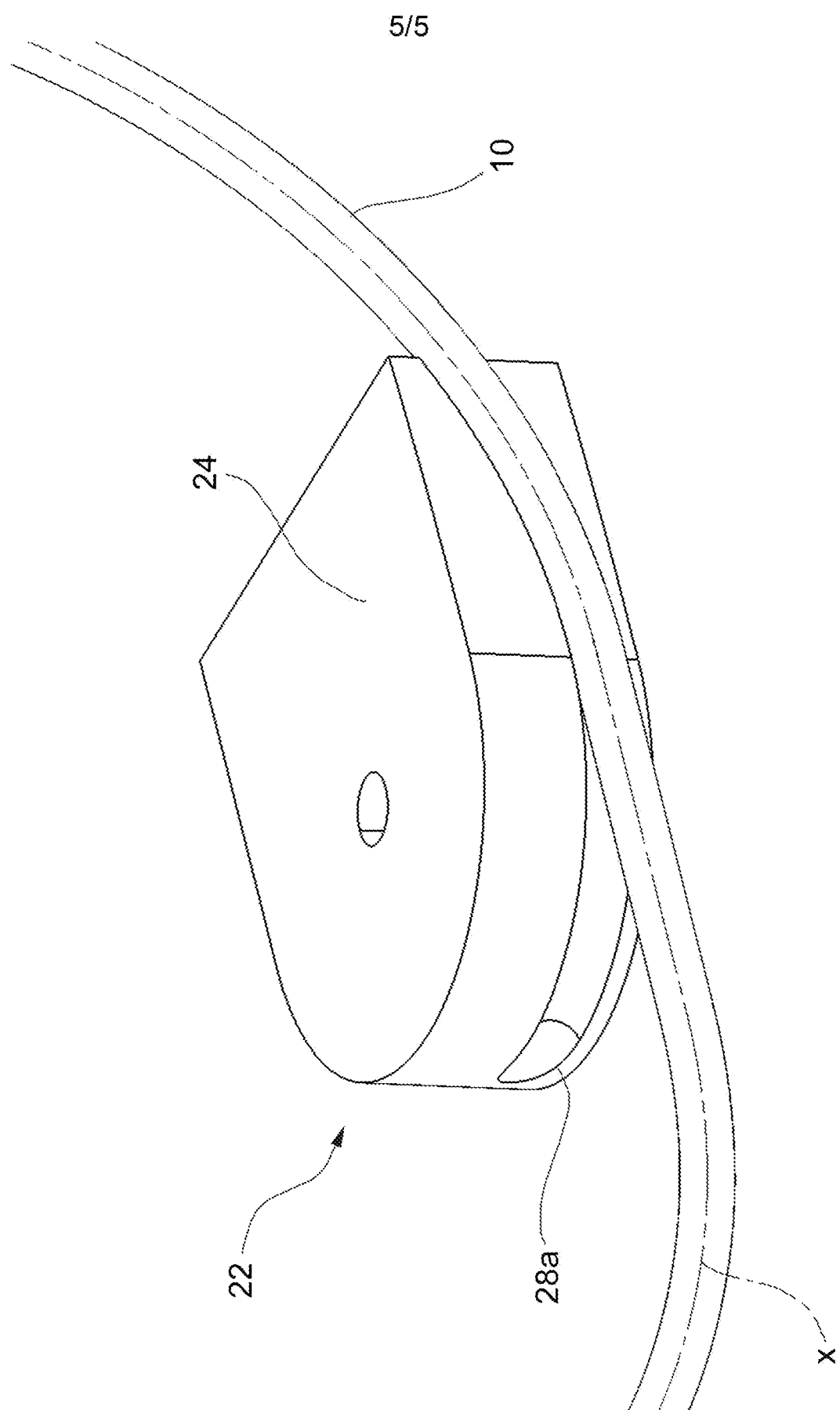


FIG. 5