

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902061761A1

Publication Date

20131220

Applicant

DANIELI AUTOMATION S.P.A.

Title

APPARATO PER LA RILEVAZIONE DELLA DIFFORMITA' DI SPESSORE DI
ELEMENTI TUBOLARI E RELATIVO PROCEDIMENTO

Classe Internazionale: G07C 000/0000

Descrizione del trovato avente per titolo:

"APPARATO PER LA RILEVAZIONE DELLA DIFFORMITA' DI SPESSORE
DI ELEMENTI TUBOLARI E RELATIVO PROCEDIMENTO"

5 a nome DANIELI AUTOMATION S.P.A. di nazionalità italiana
con sede legale in Via Bonaldo Stringher, 4 - 33042
Buttrio (UD)

dep. il al n.

* * * * *

10

CAMPO DI APPLICAZIONE

Il presente trovato si riferisce ad un apparato, ed al
relativo procedimento, per la rilevazione della difformità
di spessore di elementi tubolari, in particolare elementi
tubolari senza saldatura, durante la loro realizzazione in
15 treni, o linee, di laminazione.

In particolare, il presente trovato si applica in una
linea di laminazione per rilevare, ed eventualmente
uniformare, lo spessore dell'elemento tubolare su tutta la
sua sezione, allo scopo di garantire il rispetto dei
20 valori dimensionali del prodotto finale ed ottenere un
prodotto con elevate caratteristiche qualitative.

STATO DELLA TECNICA

Uno dei procedimenti noti per la realizzazione di
elementi tubolari senza saldatura consiste, in una prima
25 fase, nella lavorazione di un profilo pieno per

Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

realizzare, tramite un mandrino, il foro. La fase
successiva consiste nella riduzione della misura di
sezione dell'elemento tubolare al valore voluto. Tale
operazione viene normalmente eseguita mediante
5 attraversamento dell'elemento tubolare in una o più gabbie
di laminazione, ciascuna principalmente composta da almeno
tre anelli di laminazione disposti tra loro a 120° e posti
in rotazione da rispettivi alberi. Gli anelli di
laminazione presentano una superficie periferica sagomata
10 secondo un profilo ad arco di circonferenza che definisce
una superficie di laminazione per definire parte del, o
sostanzialmente tutto il, profilo esterno dell'elemento
tubolare.

Questo processo può generare principalmente due tipi di
15 problematiche qualitative dell'elemento tubolare, entrambe
legate ad una difformità di spessore.

Un primo problema riguarda una difformità di spessore
dovuta all'eccentricità del suddetto mandrino, in fase di
esecuzione del foro assiale, rispetto alla sezione
20 nominale dell'elemento tubolare da realizzare.

Un secondo problema riguarda una difformità di spessore
non dovuta ad eccentricità tra foro e sezione ma dovuta a
variazioni circonferenziali localizzate nello spessore
dell'elemento tubolare. Tali variazioni derivano da due
25 situazioni.

Una prima situazione è legata alla presenza, o meno, del contatto costante della superficie di ciascun anello di laminazione con la superficie esterna del laminato.

La seconda situazione riguarda il fatto che gli anelli
5 di laminazione sono fra loro indipendenti ed ogni anello definisce, rispetto a quello adiacente, una discontinuità che si rispecchia nell'andamento della superficie dell'elemento tubolare, in particolare sulla sua superficie interna, generando un profilo di sezione
10 dell'elemento tubolare cosiddetto "a margherita".

La difformità di spessore nel prodotto finale può quindi derivare sia da un difetto di partenza, collegato all'eccentricità del mandrino rispetto alle dimensioni nominali dell'elemento tubolare, sia da un difetto di
15 laminazione, collegato al moto ed all'azione di tre anelli di laminazione indipendenti tra loro ma che lavorano contemporaneamente lo stesso pezzo.

In ogni caso, la difformità di spessore influisce negativamente sulla qualità della lavorazione totale in
20 seguito a passaggi attraverso più gabbie di laminazione. Inoltre, possono subire influenze anche la resistenza e le prestazioni del tubo in uso.

Sono noti diversi procedimenti, o sistemi, per rilevare e cercare di uniformare lo spessore di un elemento
25 tubolare durante la sua realizzazione, adottando sistemi

Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

di correzione a valle della linea di laminazione, od a valle di un relativo gruppo di laminazione o di una gabbia di laminazione.

Uno dei sistemi noti prevede l'utilizzo di un apparato di rilevazione che lavora mediante principio di radiazione a raggi X ed utilizza una o più sonde trasmittenti ed una o più sonde riceventi, tra le quali viene fatto transitare l'elemento tubolare. In base alla radiazione captata dalla sonda ricevente dopo l'attraversamento dell'elemento tubolare, viene generata una corrente elettrica che viene elaborata e digitalizzata da un trasduttore di misura e successivamente inviata ad un sistema di elaborazione centrale per il calcolo dello spessore della parete dell'elemento tubolare.

Normalmente, una pluralità delle suddette sonde trasmittenti e riceventi vengono uniformemente disposte attorno alla circonferenza definente il diametro esterno dell'elemento tubolare.

Un inconveniente di tale tecnica consiste nella sua complessità, in quanto l'indicazione ottenuta per ogni coppia di sonde a raggi X è la somma di due contributi di spessore, corrispondenti a due parti opposte, o spessori, della sezione trasversale dell'elemento tubolare, sì che risulta impossibile conoscere direttamente e con sicurezza se lo spessore del tubo è uniforme sull'intera

circonferenza, in quanto anche in presenza di rilevazioni uguali delle sonde lo spessore può essere non uniforme tra una parte e l'altra dell'elemento tubolare.

Un ulteriore sistema prevede l'utilizzo della
5 tecnologia a laser e ultrasuoni. In questo caso, una sonda trasmittente emette un laser ad impulsi che genera un'onda ultrasonica la quale si propaga dall'esterno all'interno dello spessore dell'elemento tubolare, successivamente viene riflessa dalla superficie interna dell'elemento
10 tubolare e ritorna verso la sua superficie esterna. Un interferometro laser, ispezionando la superficie esterna dell'elemento tubolare, determina il tempo di attraversamento impiegato dall'onda ultrasonica per attraversare due volte, ossia andata e ritorno, lo
15 spessore dell'elemento tubolare. Nota la velocità di propagazione dell'onda ultrasonica, il sistema è in grado di ricavare lo spessore dell'elemento tubolare in funzione del tempo di attraversamento misurato.

La rilevazione, in questo caso, si riferisce alla
20 porzione di spessore cooperante con le sonde.

Questa tecnica di rilevazione prevede, inoltre, la movimentazione e la rotazione parziali delle parti di supporto delle sonde, ad esempio tramite bracci meccanici automatici, per ottenere la rilevazione della misura su
25 più porzioni di superficie dell'elemento tubolare in modo

Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

da coprirne sostanzialmente l'intera circonferenza.

Un inconveniente di tale tecnica nota consiste nella
sensibilità della rilevazione rispetto alla posizione
della sonda trasmittente e di quella ricevente. Infatti,
5 uno spostamento anche di basso valore può fornire
un'indicazione errata di spessore.

Inoltre, i dispositivi sopra descritti sono in generale
piuttosto costosi e di difficile gestione e manutenzione.

Un ulteriore sistema di rilevazione è simile al
10 precedente ma prevede l'utilizzo di un trasduttore
elettromagnetico il quale, essendo in grado di generare
impulsi di campo magnetico, provoca onde ultrasoniche che
vengono riflesse dalle superfici dell'elemento tubolare e
captate da una sonda ricevente.

15 Negli ultimi due casi citati i sistemi di rilevazione
presentano anche l'inconveniente di essere molto sensibili
al posizionamento sia delle sonde sia dell'elemento
tubolare, a svantaggio dell'affidabilità.

Tutti i sistemi descritti, inoltre, comportano
20 possibili problematiche di settaggio e di regolazione
della posizione rispetto all'asse dell'elemento tubolare
in rilevazione, sì che anche una leggera disassialità può
comportare errori di misura anche notevoli.

Uno scopo del presente trovato è pertanto quello di
25 realizzare un'apparecchiatura, ed il relativo

procedimento, per la rilevazione della difformità di spessore di elementi tubolari che fornisca dei risultati di misura affidabili e che sia relativamente semplice nella sua installazione e nel funzionamento.

5 Un ulteriore scopo del presente trovato è quello di realizzare un'apparecchiatura che riduca l'incidenza di errori derivanti dal posizionamento degli elementi di rilevazione rispetto all'elemento tubolare.

Per ovviare agli inconvenienti della tecnica nota e per
10 ottenere questi ed ulteriori scopi e vantaggi, la Richiedente ha studiato, sperimentato e realizzato il presente trovato.

ESPOSIZIONE DEL TROVATO

Il presente trovato è espresso e caratterizzato nelle
15 rivendicazioni indipendenti. Le rivendicazioni dipendenti espongono altre caratteristiche del presente trovato o varianti dell'idea di soluzione principale.

In accordo con i suddetti scopi, un apparato per la rilevazione della difformità di spessore, che supera i
20 limiti della tecnica nota ed elimina i difetti in essa presenti, è utilizzato per rilevare la difformità di spessore di un elemento tubolare, avente una superficie interna ed una superficie esterna, durante la sua realizzazione ed in particolare nella fase di riduzione di
25 spessore per laminazione e stiramento.

Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

Il suddetto apparato è installabile in associazione ad una o più gabbie di laminazione di un treno di laminazione.

Ciascuna gabbia di laminazione ha, come elementi
5 principali, almeno tre anelli di laminazione disposti tra loro a 120° , le cui circonferenze convergono verso una zona definente il gap, o luce, di passaggio del laminato. La gabbia di laminazione comprende, inoltre, mezzi di regolazione della velocità di rotazione e della posizione
10 reciproca degli anelli di laminazione.

Secondo una caratteristica del presente trovato, il suddetto apparato di rilevazione comprende una pluralità di sensori disposti circonferenzialmente attorno alla superficie esterna del suddetto elemento tubolare in
15 lavorazione. Ciascuno di tali sensori è associato ad almeno uno degli anelli di laminazione della gabbia di laminazione e comprende almeno un elemento di trasmissione, atto a generare un campo magnetico variabile all'interno dello spessore dell'elemento tubolare, e un
20 elemento di ricezione, atto ad essere percorso da una corrente elettrica generata dal suddetto campo magnetico variabile.

Con il termine "associato all'anello di laminazione" si intendono diversi tipi di configurazione possibili.

25 Ad esempio, il sensore può essere montato direttamente

sull'elemento di supporto del relativo anello di laminazione.

Oppure, il sensore può essere montato su un elemento di supporto autonomo collegato meccanicamente, o
5 funzionalmente, all'elemento di supporto del relativo anello di laminazione.

In una soluzione del trovato, l'associazione fra sensori e relativi anelli di laminazione è tale per cui tutti i sensori si vengono sempre a trovare
10 sostanzialmente alla medesima distanza dalla superficie esterna dell'elemento tubolare sottoposto a laminazione.

Il campo magnetico variabile generato dall'elemento di trasmissione di ciascun sensore determina la circolazione di correnti parassite all'interno di una relativa porzione
15 dello spessore dell'elemento tubolare. Le correnti parassite, a loro volta, generano un ulteriore campo magnetico variabile che investe, e viene rilevato dal relativo elemento di ricezione, all'interno del quale si genera un'ulteriore corrente elettrica, che fornisce
20 un'indicazione di misura dello spessore della relativa porzione dell'elemento tubolare del quale è funzione.

Secondo il trovato, il principio del campo magnetico variabile sostituisce così quello del laser della tecnica nota, eliminandone, o comunque limitandone, gli
25 inconvenienti. Infatti, l'utilizzo del campo magnetico

Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

variabile semplifica la procedura di rilevazione, in quanto definisce una procedura meno delicata e meno sensibile alle condizioni ambientali rispetto a quella relativa al laser.

5 Con tale principio di funzionamento, ciascuno di tali sensori può rilevare lo spessore della porzione di elemento tubolare sottostante, o affacciata, a ciascuno di essi, dove per porzione di elemento tubolare sottostante, o affacciata, si intende solo la porzione di elemento
10 tubolare direttamente cooperante con il sensore stesso. Alla rilevazione di ciascun sensore utilizzato nel presente trovato non è quindi interessata la porzione di spessore opposta lungo una circonferenza appartenente alla sezione dell'elemento tubolare. Pertanto, ogni sensore
15 rileva con buona precisione un solo contributo di spessore.

Il trovato permette quindi di ottenere un apparato di rilevazione più economico, più affidabile e più facile da utilizzare rispetto alle soluzioni presenti nella tecnica
20 nota.

I suddetti sensori, di tipo di per sé noto nella tecnica ma normalmente utilizzati per rilevare lo spessore di lamiere piane, possono essere del tipo avente una o più bobine di rilevamento atte a generare e rilevare campi
25 magnetici. I sensori, come detto, sono disposti in diretta

prossimità degli anelli di laminazione, in modo da poter rilevare eventuali anomalie in tempo rimediabile. Inoltre, il posizionamento strettamente ravvicinato dei sensori rispetto agli anelli di laminazione permette di sfruttare
5 al meglio l'azione di guida e direzionamento dell'elemento tubolare eseguita da elementi già presenti nelle gabbie, senza ricorrere ad attrezzature ausiliarie ed a procedure aggiuntive di settaggio ed allineamento.

Inoltre, tale vicinanza di ciascun sensore ad uno
10 relativo degli anelli di laminazione permette di capire su quale, o quali, degli anelli di laminazione sia necessario agire, visto che, ad una certa distanza dall'uscita del laminato dagli anelli di laminazione, il laminato stesso potrebbe subire torsioni e/o deformazioni ulteriori,
15 portando ad eventuali indicazioni fuorvianti.

In tal caso è possibile agire, in maniera singola e specifica, ad esempio, tramite i mezzi di regolazione del gap di laminazione, oppure sulla velocità di rotazione di uno o più fra gli anelli di laminazione stessi.

20 Secondo una forma realizzativa del presente trovato, ciascuno dei suddetti sensori è montato sull'elemento di supporto di ciascun anello di laminazione.

Nel caso di gabbie di laminazione a tre anelli, sono così presenti tre sensori di spessore a costituire un
25 primo gruppo di sensori, ciascuno montato sull'elemento di

Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

supporto del rispettivo anello di laminazione.

Nel caso di gabbie di laminazione a quattro anelli, è possibile prevedere quattro sensori, ciascuno montato sull'elemento di supporto del rispettivo anello di laminazione.

In un'altra forma realizzativa del presente trovato, l'apparato comprende un secondo gruppo di sensori montati, vantaggiosamente in aggiunta al primo gruppo di sensori, sugli elementi di supporto degli anelli di laminazione, anche in parte o in tutti gli interspazi presenti tra un anello di laminazione e quello adiacente. In una soluzione, i sensori del suddetto secondo gruppo possono essere montati su elementi di supporto autonomi ma collegati, meccanicamente o funzionalmente, agli elementi di supporto degli anelli di laminazione contigui.

Nel caso di gabbie con tre anelli di laminazione, una soluzione del trovato prevede sei sensori disposti, vantaggiosamente equidistanti tra loro, attorno alla superficie esterna dell'elemento tubolare, tre dei quali montati sugli elementi di supporto degli anelli di laminazione ed i restanti tre montati su elementi di supporto autonomi.

Analogamente, nel caso di gabbie con quattro anelli di laminazione, una soluzione del trovato prevede otto sensori, tra loro equidistanti, distribuiti attorno alla

Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.

superficie esterna dell'elemento tubolare.

Grazie a tale configurazione strutturale, durante le fasi di avvicinamento, e di allontanamento, degli anelli di laminazione rispetto all'elemento tubolare, i sensori
5 si muovono insieme agli anelli di laminazione a cui sono rispettivamente associati, rimanendo tutti disposti alla medesima distanza dalla superficie esterna. Viene inoltre garantita la coassialità tra sistema di rilevazione ed elemento tubolare.

10 Vantaggiosamente, da tale disposizione variabile radialmente, si ottiene una misura relativa, non assoluta, a seconda della distanza dei sensori dalla superficie esterna dell'elemento tubolare. Tale misura relativa è comunque sufficiente a verificare l'uniformità dello
15 spessore dell'elemento tubolare sull'intera circonferenza e comporta elaborazioni meno sofisticate rispetto alle rilevazioni ottenute con misure assolute.

La previsione di sensori rilevatori di porzioni di spessore sia in corrispondenza degli anelli, sia negli
20 interspazi tra gli anelli, permette di valutare in modo affidabile variazioni di spessore generate in corrispondenza di zone sottoposte a schiaccio e zone adiacenti non sottoposte a schiaccio, che possono causare, nella tecnica nota, la generazione del profilo cosiddetto
25 "a margherita" dell'elemento tubolare.

Rientra nello spirito del presente trovato anche una gabbia di laminazione comprendente il suddetto apparato di rilevazione.

Grazie a tale disposizione di montaggio dei sensori e
5 delle relative bobine, la fase di rilevazione della
difformità di spessore è effettuata quasi
contemporaneamente alla stessa fase di laminazione, su un
laminato non soggetto ad influenze esterne che possono
alterare e rendere meno affidabile le rilevazione della
10 difformità di spessore.

Un ulteriore vantaggio è che il riattrezzaggio
dell'apparecchiatura di laminazione, ad esempio per il
cambio di formato, misura, od altro, determina anche la
contestuale installazione e messa in opera dell'apparato
15 per la rilevazione della difformità di spessore. Pertanto,
tale riattrezzaggio non richiede onerose operazioni
aggiuntive.

ILLUSTRAZIONE DEI DISEGNI

Queste ed altre caratteristiche del presente trovato
20 appariranno chiare dalla seguente descrizione di una forma
di realizzazione, fornita a titolo esemplificativo, non
limitativo, con riferimento agli annessi disegni in cui:
- la fig. 1 è la schematizzazione dell'applicazione di un
apparato di rilevazione secondo il presente trovato
25 applicato ad un treno di laminazione;

Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

- la fig. 2 è la schematizzazione di una forma di realizzazione dell'apparato di fig. 1 secondo il presente trovato;

- la fig. 3 è una variante di fig. 2 in una prima
5 posizione;

- la fig. 4 è la variante di fig. 3 in una seconda posizione;

- la fig. 5 è una schematizzazione di una parte dell'apparato di fig. 2.

10 DESCRIZIONE DI UNA FORMA DI REALIZZAZIONE

Con riferimento alla fig. 1, che rappresenta solo una schematizzazione, un apparato 10 per la rilevazione della difformità di spessore di un laminato, nella fattispecie un elemento tubolare 40, è impiegabile in ciascuna gabbia
15 11 di laminazione, o modulo di laminazione, avente tre anelli di laminazione 12 disposti tra loro a 120°, che, oltre ad eseguire la laminazione vera e propria, fungono da elemento di guida ed avanzamento per l'elemento tubolare 40.

20 Ciascuna gabbia 11 di laminazione, rispettivamente 11a, 11b e 11c, è utilizzata come modulo, per formare un treno di laminazione 50 comprendente, nella fattispecie, tre moduli in serie. Le gabbie 11 sono disposte allineate fra loro lungo un asse nominale di laminazione X, lungo il
25 quale si muove l'elemento tubolare 40 durante la

Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedais, 6/2 - 33100 UDINE

lavorazione.

Ciascuna gabbia 11 presenta, in modo noto, un motore 13 per la movimentazione delle parti necessarie alla laminazione, in particolare per la rotazione degli anelli di laminazione 12, e mezzi di regolazione 14 per regolare
5 almeno la velocità degli anelli di laminazione 12 e/o la distanza tra gli anelli di laminazione 12 stessi, la quale definisce la luce di passaggio, o gap, per l'elemento tubolare 40.

10 Nel caso di fig. 1, il trovato è applicato immediatamente all'uscita degli anelli di laminazione 12, in modo da eseguire una rilevazione all'uscita di ogni modulo di laminazione, evitando eventuali deformazioni successive alla laminazione tra una gabbia 11 e la
15 successiva, deformazioni che potrebbero portare ad errori ed imprecisioni di misura.

Con riferimento alla fig. 2, è possibile osservare più dettagliatamente il profilo degli anelli di laminazione 12, più precisamente di una loro superficie di
20 laminazione 15 sagomata in modo da definire una superficie esterna 17 dell'elemento tubolare 40.

L'apparato 10, nella fattispecie, è suddiviso sostanzialmente in tre parti uguali. Detto apparato 10 comprende tre sensori 16, rispettivamente 16a, 16b e 16c
25 di tipo elettromagnetico e di tipo noto, ciascuno avente

Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

una superficie frontale 25 affacciata ad una relativa porzione della superficie esterna 17 dell'elemento tubolare 40.

Ciascun sensore 16 comprende una bobina di trasmissione 5 18 e una bobina di ricezione 19 (fig. 5), per eseguire una rilevazione della porzione di spessore dell'elemento tubolare 40 sottostante ad esso.

La bobina di trasmissione 18 è percorsa da corrente, tramite l'utilizzo di un elaboratore di segnale 20, per 10 indurre sulla relativa porzione dell'elemento tubolare 40 un flusso di campo magnetico variabile, che genera correnti parassite all'interno del materiale di cui è formato l'elemento tubolare 40. Le correnti parassite generano, a loro volta, un campo magnetico variabile che 15 induce sulla bobina di ricezione 19 una corrispondente corrente elettrica. Il rilevamento della corrente elettrica sulla bobina di ricezione 19 e sulla bobina di trasmissione 18 permette, in modo noto tramite l'elaboratore di segnale 20, di rilevare lo spessore 20 dell'elemento tubolare 40. Un terminale 21 ha la funzione di visualizzare i risultati su uno schermo 22.

In una forma realizzativa del trovato, il principio di misura utilizzato dall'apparato sopra descritto prevede l'impiego di due frequenze. La prima frequenza è tale da 25 rendere trascurabile lo spessore di penetrazione nel

Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

materiale costituente l'elemento tubolare 40, e quindi adatta a fornire un'informazione correlata alla distanza tra il sensore 16 e la superficie esterna 17 dell'elemento tubolare 40. La seconda frequenza, più
5 bassa della prima, è tale da ottenere uno spessore di penetrazione pari, ad esempio, a due o tre volte lo spessore atteso dell'elemento tubolare 40, e quindi adatta a fornire un'informazione correlata sia alla distanza tra il sensore 16 e la superficie esterna 17
10 dell'elemento tubolare 40 sia allo spessore dell'elemento tubolare 40.

Pertanto è possibile ricavare lo spessore dell'elemento tubolare 40 in funzione della combinazione e l'elaborazione delle informazioni ottenute dalle due
15 suddette frequenze, in modo sostanzialmente indipendente dalla posizione dei sensori 16 rispetto all'elemento tubolare 40.

I sensori 16a, 16b e 16c possono essere montati direttamente sui supporti degli anelli di laminazione 12,
20 non rappresentati in figura. Ciascuno dei sensori 16a, 16b e 16c è associato ad un anello di laminazione 12 e ha la funzione di rilevare lo spessore della parete sottostante dell'elemento tubolare 40.

Vantaggiosamente, il montaggio dei sensori 16a, 16b e
25 16c sul supporto del relativo anello di laminazione 12

permette di ottenere un posizionamento del sensore 16a, 16b e 16c stesso strettamente legato a quello del corrispondente anello di laminazione 12, allo scopo di ottenere una distanza costante tra sensore 16 stesso e
5 superficie esterna 17 dell'elemento tubolare 40 in laminazione, a prescindere dal posizionamento radiale dell'anello di laminazione 12.

La distanza tra ciascun sensore 16a, 16b e 16c e la superficie esterna 17 dell'elemento tubolare 40 è
10 mantenuta, per ragioni di sicurezza, nell'ordine dei 3-10 mm. Per tale motivo, la superficie frontale 25 di ciascun sensore 16a, 16b e 16c si trova ad una certa distanza, nota a priori, dalla superficie esterna 17, a differenza della superficie di laminazione 15 la quale è a contatto
15 con la superficie esterna 17.

Grazie alla disposizione in associazione agli anelli di laminazione 12, i sensori 16a, 16b e 16c sono equidistanti angularmente a 120° l'uno dall'altro e si muovono radialmente insieme agli anelli di laminazione 12
20 stessi. In questo modo, i sensori 16a, 16b e 16c rilevano lo spessore dell'elemento tubolare 40 in corrispondenza di tre punti equidistanti, fornendo un'indicazione del valore di spessore della porzione dell'elemento tubolare 40 sottostante al sensore stesso. Questa configurazione
25 permette pertanto di rilevare con precisione l'andamento

Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

dell'eccentricità dell'elemento tubolare 40.

Nel caso in cui le superfici di laminazione 15 non coprano tutta la superficie esterna 17 dell'elemento tubolare 40, sensori, rispettivamente 16d, 16e e 16f, possono essere anche disposti, in aggiunta a quelli (16a, 16b e 16c) in corrispondenza di ogni anello di laminazione 12, negli interspazi presenti tra un anello di laminazione 12 e quello adiacente (figure 3 e 4), si da eseguire una rilevazione ancora più accurata.

La presenza dei sensori 16a, 16b e 16c e dei sensori 16d, 16e e 16f permette di valutare in modo affidabile la variazione di spessore dell'elemento tubolare 40 in corrispondenza di zone sottoposte a schiaccio, ossia quelle cooperanti con gli anelli di laminazione 12, e di zone non sottoposte a schiaccio, ossia quelle corrispondenti agli interspazi tra gli anelli di laminazione 12. L'alternanza delle zone sottoposte e non sottoposte a schiaccio può generare, come si osserva dalle figure 2, 3 e 4, un profilo della sezione dell'elemento tubolare cosiddetto "a margherita".

Secondo queste configurazioni, l'apparato 10 viene predisposto contemporaneamente agli anelli di laminazione 12, in quanto associato ad essi.

I sensori 16d, 16e e 16f sono vantaggiosamente montati su elementi di supporto autonomi 23, i quali sono

collegati, come illustrato schematicamente nelle figure 3 e 4, agli anelli di laminazione 12, ad esempio mediante elementi di collegamento 24 atti a scorrere in apposite guide, non illustrate nelle figure, ricavate negli anelli di laminazione 12. In questo modo, quando gli anelli di laminazione 12, insieme ai sensori 16a, 16b e 16c, si allontanano dall'elemento tubolare 40, anche i sensori 16d, 16e e 16f si allontanano in modo reciprocamente omogeneo, giacendo sempre sulla stessa circonferenza su cui si trovano i sensori 16a, 16b e 16c. Una considerazione analoga vale in fase di avvicinamento all'elemento tubolare 40.

In ogni caso, tutti i sensori 16 si trovano sempre alla medesima distanza dalla superficie esterna 17 dell'elemento tubolare 40.

Il procedimento per la rilevazione della difformità di spessore tramite l'apparato 10 comprende una fase in cui avviene la laminazione vera e propria, una fase ulteriore in cui ciascuno dei sensori 16 rileva il valore di spessore della porzione dell'elemento tubolare 40 sottostante il sensore 16 stesso, una fase successiva in cui l'elaboratore 20 di segnale confronta i dati rilevati da ciascuno dei sensori 16 con i valori nominali, o comunque di tolleranza, ed una eventuale fase ulteriore in cui il terminale 21 visualizza i risultati sullo

Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.

schermo 22. Inoltre, un'eventuale ulteriore fase prevede che, in caso di difformità tra i valori rilevati e i valori nominali, o comunque di tolleranza, i mezzi di regolazione 14 vengano attivati per variare almeno la
5 velocità dei motori degli anelli di laminazione 12 e/o almeno la luce tra gli stessi.

È chiaro che all'apparato 10 fin qui descritto possono essere apportate modifiche e/o aggiunte di parti, senza per questo uscire dall'ambito del presente trovato.

10 È anche chiaro che, sebbene il presente trovato sia stato descritto con riferimento ad alcuni esempi specifici, una persona esperta del ramo potrà senz'altro realizzare molte altre forme equivalenti di apparato, aventi le caratteristiche espresse nelle rivendicazioni e
15 quindi tutte rientranti nell'ambito di protezione da esse definito.

RIVENDICAZIONI

1. Apparato per la rilevazione della difformità di spessore di un elemento tubolare (40) avente una superficie esterna (17), detto apparato essendo installato
5 in almeno una gabbia (11) di laminazione, avente almeno tre anelli di laminazione (12), di un treno di laminazione (50) atto a realizzare detto elemento tubolare (40) ed essendo associato a mezzi di regolazione (14),
caratterizzato dal fatto che comprende una pluralità di
10 sensori (16) disposti attorno a detta superficie esterna (17), e **dal fatto che** ciascuno di detti sensori (16) è associato ad almeno uno di detti anelli di laminazione (12) e comprende almeno un elemento di trasmissione (18),
atto a generare un campo magnetico variabile all'interno
15 di una relativa porzione dello spessore di detto elemento tubolare (40), ed un elemento di ricezione (19), atto ad essere percorso da una corrente elettrica generata dal suddetto campo magnetico variabile.

2. Apparato come nella rivendicazione 1, **caratterizzato**
20 **dal fatto che** comprende un primo gruppo di detti sensori (16a, 16b, 16c), ciascuno montato in associazione a ciascun anello di laminazione (12).

3. Apparato come nella rivendicazione 1 o 2,
caratterizzato dal fatto che comprende un secondo gruppo
25 di sensori (16d, 16e, 16f) montati in parte o in tutti gli

mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

interspazi presenti tra un anello di laminazione (12) e quello adiacente.

4. Apparato come in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto che** detti sensori
5 (16) sono montati sugli elementi di supporto degli anelli di laminazione (12).

5. Apparato come in una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 3, **caratterizzato dal fatto che** detti sensori (16) sono montati su elementi di supporto associati agli
10 elementi di supporto degli anelli di laminazione (12).

6. Apparato come in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto che** detti sensori (16) sono posizionati ad una distanza di almeno 3 mm da detta superficie esterna (17) di detto elemento tubolare
15 (40).

7. Gabbia di laminazione avente almeno tre anelli di laminazione (12) e comprendente un apparato per la rilevazione della difformità di spessore di un elemento tubolare (40) avente una superficie esterna (17), detto
20 apparato comprendendo una pluralità di sensori (16) disposti attorno a detta superficie esterna (17), ciascuno di detti sensori (16) essendo associato ad almeno uno di detti anelli di laminazione (12) e comprendente almeno un elemento di trasmissione (18), atto a generare un campo
25 magnetico variabile all'interno dello spessore di detto

elemento tubolare (40), ed un elemento di ricezione (19),
atto ad essere percorso da una corrente elettrica generata
dal suddetto campo magnetico variabile.

8. Procedimento per la rilevazione della difformità di
5 spessore di un elemento tubolare (40) tramite un apparato
come in una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 6,
caratterizzato dal fatto che comprende una fase in cui
avviene la laminazione, una fase ulteriore in cui ciascuno
di detti sensori (16) rileva il valore di spessore della
10 porzione di elemento tubolare (40) sottostante il sensore
(16) stesso, una fase ulteriore in cui un elaboratore di
segnale (20) confronta i dati rilevati da ciascuno di
detti sensori (16) con i valori nominali, o di tolleranza,
ed una eventuale fase in cui, se presente una difformità
15 dei valori rilevati da detti sensori (16) rispetto ai
valori nominali, mezzi di regolazione (14) agiscono per
variare almeno la velocità di motori (13) degli anelli di
laminazione (12).

9. Procedimento come nella rivendicazione 8,
20 **caratterizzato dal fatto che** l'elemento di trasmissione
(18) di ciascuno di detti sensori (16) lavora su due
frequenze di trasmissione, una prima, più alta, per
fornire un'indicazione della distanza tra il sensore
stesso (16) e la superficie esterna (17) dell'elemento
25 tubolare (40), una seconda, più bassa, per penetrare lo

Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavallotti, 6/2 - 33100 UDINE

spessore dell'elemento tubolare (40) e fornire un'indicazione del valore di spessore attraversato.

10. Procedimento come nella rivendicazione 8, **caratterizzato dal fatto che** ciascuno di detti sensori (16) rileva un valore relativo, non assoluto, di spessore della porzione di elemento tubolare (40) sottostante, tale valore relativo essendo confrontabile, da detto elaboratore di segnale (20), con i valori relativi rilevati dagli altri sensori (16) per garantire uniformità di spessore di detto elemento tubolare (40).

p. DANIELI AUTOMATION S.P.A.

LUF/SL 20.06.2012


Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

CLAIMS

1. Apparatus to detect a deformity in thickness of a tubular element (40) having an external surface (17), said apparatus being installed in at least a rolling stand (11), having at least three rolling rings (12),
5 of a rolling train (50) able to obtain said tubular element (40) and being associated with adjustment means (14), **characterized in that** it comprises a plurality of sensors (16) disposed around said external surface (17), **and in that** each of said sensors (16) is
10 associated with at least one of said rolling rings (12) and comprises at least a transmission element (18), able to generate a variable magnetic field inside a corresponding portion of the thickness of said tubular
15 element (40), and a reception element (19) through which an electric current generated by said variable magnetic field is able to pass.

2. Apparatus as in claim 1, **characterized in that** it comprises a first group of said sensors (16a, 16b,
20 16c), each mounted in association with each rolling ring (12).

3. Apparatus as in claim 1 or 2, **characterized in that** it comprises a second group of sensors (16d, 16e, 16f) mounted in some or in all of the interspaces present
25 between one rolling ring (12) and the adjacent one.

Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

4. Apparatus as in any claim hereinbefore, **characterized in that** said sensors (16) are mounted on the support elements of the rolling rings (12).

5. Apparatus as in any claim from 1 to 3, **characterized in that** said sensors (16) are mounted on support elements associated with the support elements of the rolling rings (12).

6. Apparatus as in any claim hereinbefore, **characterized in that** said sensors (16) are positioned at a distance of at least 3 mm from said external surface (17) of said tubular element (40).

7. Rolling stand having at least three rolling rings (12) and comprising an apparatus to detect a deformity in thickness of a tubular element (40) having an external surface (17), said apparatus comprising a plurality of sensors (16) disposed around said external surface (17), each of said sensors (16) being associated with at least one of said rolling rings (12) and comprising at least a transmission element (18), able to generate a variable magnetic field inside a corresponding portion of the thickness of said tubular element (40), and a reception element (19), through which an electric current generated by said variable magnetic field is able to pass.

8. Method to detect a deformity in thickness of a

tubular element (40) using an apparatus as in any claim from 1 to 6, **characterized in that** it comprises a step in which rolling is carried out, another step in which each of said sensors (16) detects the value of thickness of the portion of tubular element (40) under the sensor (16), another step in which a signal processor (20) compares the data detected by each of said sensors (16) with the nominal or tolerance values, and a possible step in which, if there is a deformity of the values detected by said sensors (16) with respect to the nominal values, adjustment means (14) act to vary at least the speed of the motors (13) of the rolling rings (12).

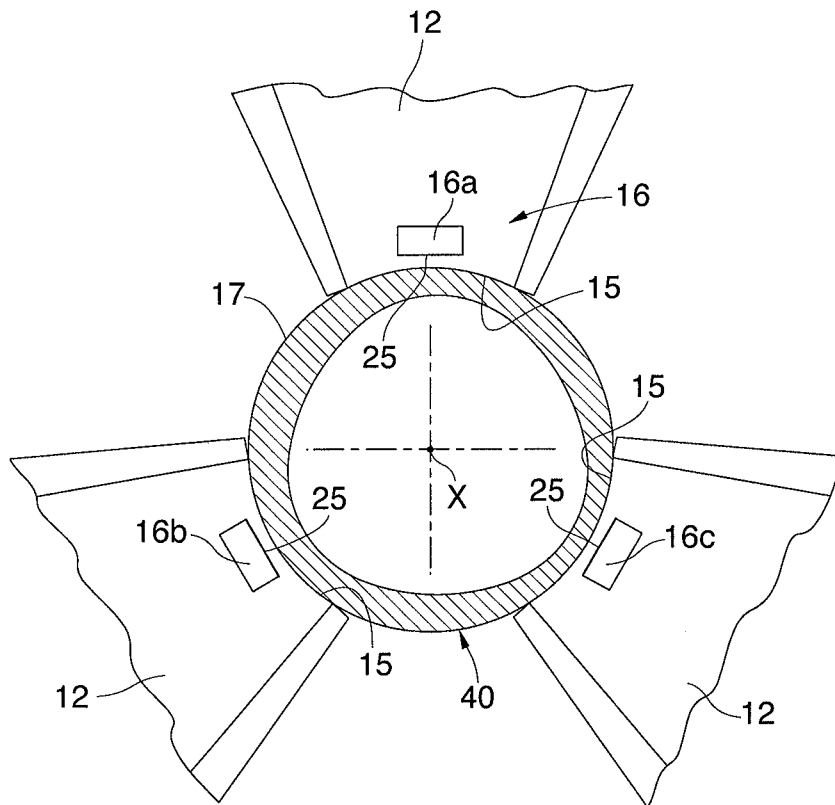
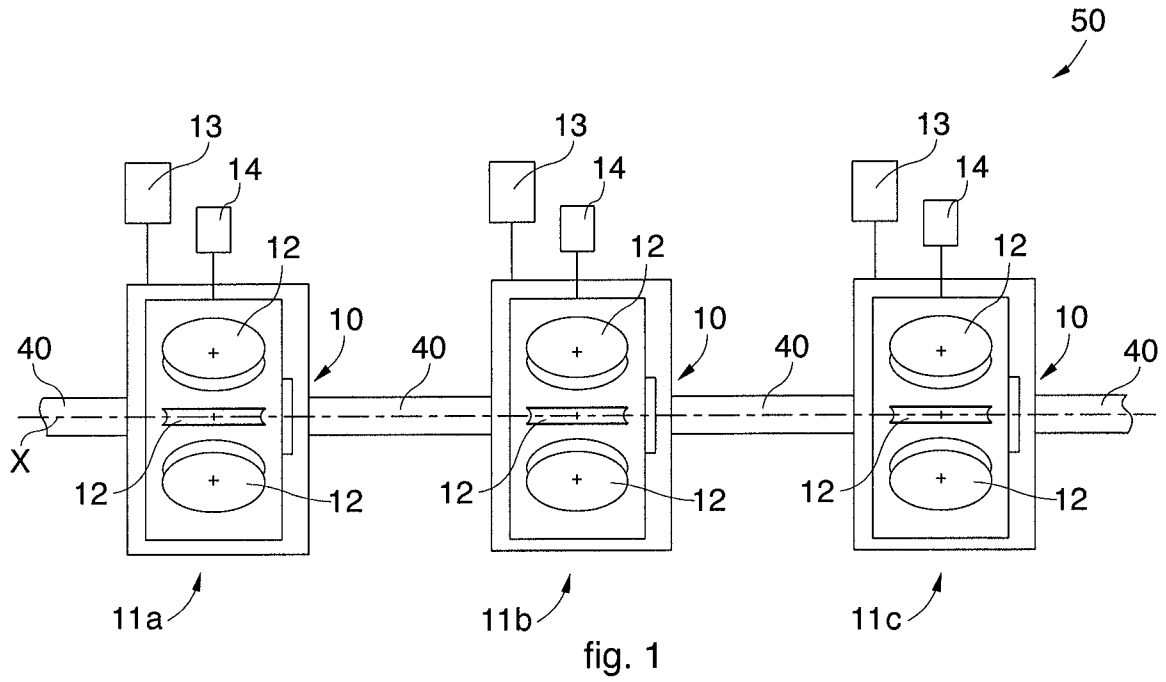
9. Method as in claim 8, **characterized in that** the transmission element (18) of each of said sensors (16) works on two transmission frequencies, a first, higher, to supply an indication of the distance between the sensor (16) and the external surface (17) of the tubular element (40), and a second, lower, to penetrate the thickness of the tubular element (40) and supply an indication of the value of thickness passed through.

10. Method as in claim 8, **characterized in that** each of said sensors (16) detects a relative and not absolute value of thickness of the portion of tubular element (40) below, the relative value being comparable by said

Il mandatario
LORENZO FABRO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

signal processor (20) with the relative values detected by the other sensors (16) so as to guarantee uniform thickness of said tubular element (40).

1/3



2/3

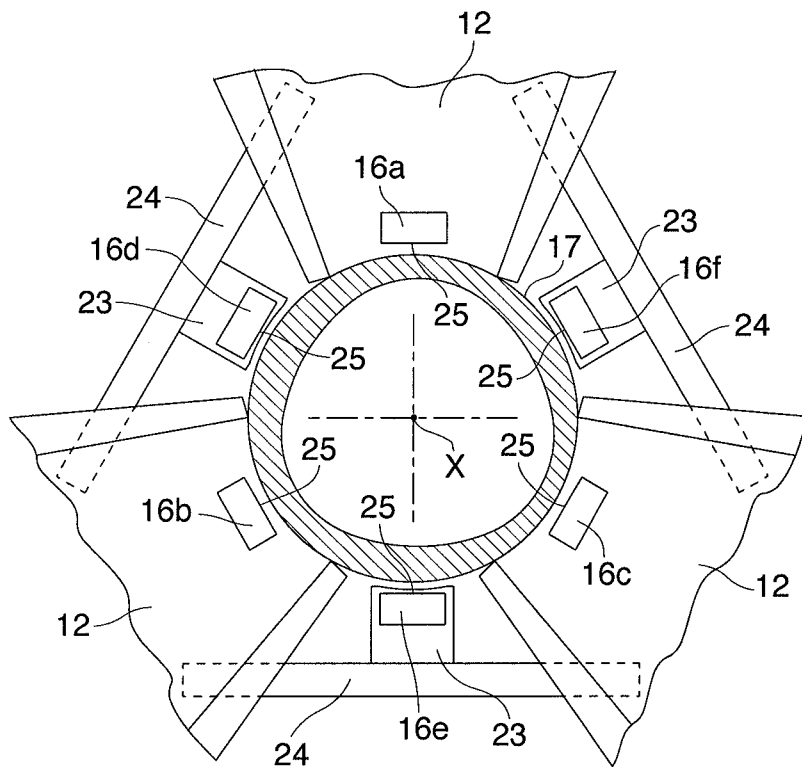


fig. 3

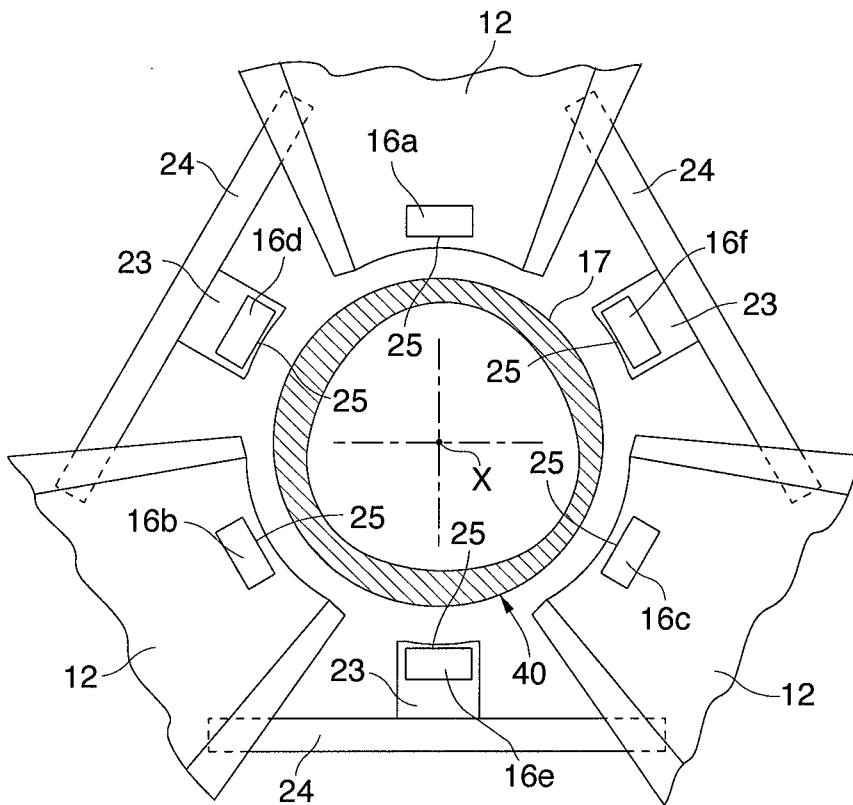


fig. 4

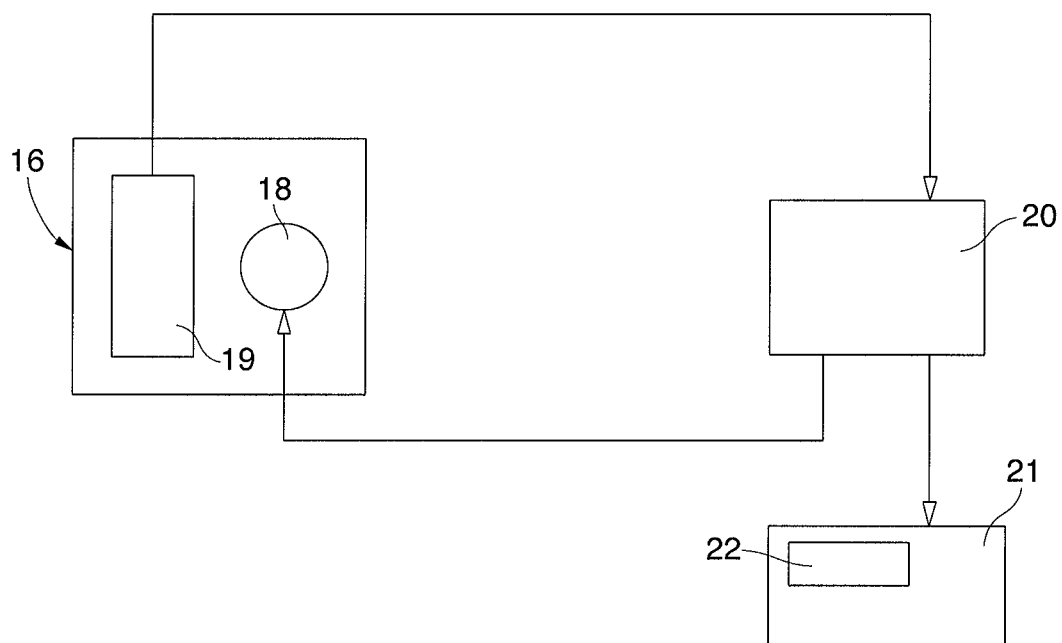


fig. 5