

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011901909155A1

Publication Date

20120724

Applicant

DANIELI & C. OFFICINE MECCANICHE S.P.A.

Title

PROCEDIMENTO DI LAMINAZIONE PER NASTRI E RELATIVA LINEA DI
LAMINAZIONE

Classe Internazionale: B 21 B 001 / 0000

Descrizione del trovato avente per titolo:

"PROCEDIMENTO DI LAMINAZIONE PER NASTRI E RELATIVA LINEA DI LAMINAZIONE"

5 a nome DANIELI & C. OFFICINE MECCANICHE S.p.A. di nazionalità italiana con sede in Via Nazionale, 41 - 33042 BUTTRIO (UD)

dep. il al n.

* * * * *

CAMPO DI APPLICAZIONE

10 Il presente trovato si riferisce ad un procedimento di laminazione, ed alla relativa linea, per la realizzazione di prodotti metallici piani, quali nastri, in particolare un procedimento ed una linea a bassa produttività.

STATO DELLA TECNICA

Sono noti impianti di laminazione con treno di laminazione reversibile del tipo

15 Steckel a una o più gabbie, che utilizzano una bramma con spessore da 150 a 250 mm o più, e lavorano con modalità coil-to-coil, cioè con una lunghezza di bramma, in relazione allo spessore, pari in peso ad un coil di prodotto finito. In tali impianti si ha un limite di qualità superficiale e dimensionale del nastro e di spessore minimo finale, che in genere non è mai inferiore a 1.8 - 1.6 mm, e comunque tali spessori vengono

20 ottenuti con estrema difficoltà: la qualità superficiale è limitata dalla notevole scaglia che si forma durante il numero elevato, e i tempi morti connessi, di inversioni e passaggi attraverso la/e gabbia/e e che rimane impressa sul prodotto finito; la qualità dimensionale è limitata dell'elevata differenza di temperatura tra testa/coda e la parte centrale del nastro e lo spessore minimo finale è limitato dall'elevato spessore in

25 ingresso della bramma.

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

Inoltre, il laminatoio reversibile Steckel crea un problema connesso al fatto che, nei primi passaggi di laminazione, la bramma sbozzata, cosiddetta "transfer bar" o semplicemente "barra", non può essere normalmente subito avvolta nei forni ad aspo disposti a monte ed a valle della gabbia, a causa dell'elevato spessore della bramma in
5 ingresso, ciò creando un problema di ingombri della linea all'aumentare della lunghezza della bramma.

Ancora, il numero elevato di passaggi di laminazione, con conseguente avvolgimento e svolgimento nei forni ad aspo posti a monte ed a valle della/e gabbia/e, induce un raffreddamento di punta e di coda, nonché disuniformità di
10 temperatura lungo il coil, che penalizza la resa, o yield, per via della necessità di eseguire spuntature di testa e di coda.

Tale numero elevato di passaggi determina anche tolleranze dimensionali variabili lungo la lunghezza del nastro finito e limitazioni nella produzione di spessori sottili, nonché usura rapida dei cilindri di lavoro per il numero elevato di passaggi e per la
15 bassa temperatura del materiale in laminazione e delle punte/code, con conseguente aumento delle fermate per cambio cilindri e quindi minor utilizzo dell'impianto.

L'imbocco delle punte fredde e deformate nei forni a monte e a valle della/e gabbia/e rimane un'operazione delicata, a rischio di incaglio che diventa via via più probabile con il diminuire dello spessore del nastro.

20 Scopo principale del presente trovato è quello di realizzare un procedimento di laminazione per prodotti piani ed una relativa linea, che possano garantire l'ottenimento di un prodotto finito di elevata qualità in termini di ridotta scaglia impressa, buona qualità superficiale e tolleranza dimensionale anche lungo la lunghezza.

25 Altro scopo collegato è quello di realizzare un impianto estremamente compatto,

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

avente bassi costi di investimento e produttività annua limitata da 300.000 a 800.000 ton, che permetta di ottenere nastri sottili di spessore fino a 1,2 mm o meno.

Ulteriore scopo del presente trovato è quello di mettere a punto un procedimento che consenta di ridurre al minimo il numero di passaggi di laminazione e di inversioni,
5 e quindi di diminuire il tempo totale di laminazione, con conseguente maggior uniformità/omogeneità della temperatura lungo il nastro in laminazione e una minor perdita complessiva di temperatura dello stesso.

Altro scopo è quello di aumentare il fattore di utilizzo dell'impianto aumentando la durata operativa dei cilindri di lavoro.

10 Ancora, altro scopo del presente trovato è quello di sfruttare al massimo l'elevata plasticità dell'acciaio alle alte temperature che possiede appena si è solidificato per effettuare la laminazione di sbazzatura del prodotto uscente dalla macchina di colata continua, potendo così utilizzare gabbie più piccole e quindi con minore potenza installata e notevole risparmio energetico.

15 Ancora altro scopo è quello di realizzare un procedimento di colata e laminazione in continuo senza stoccaggi intermedi e riprese di materiale e quindi minor energia di riscaldamento.

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

ESPOSIZIONE DEL TROVATO

Il presente trovato è espresso e caratterizzato nelle rivendicazioni indipendenti. Le relative rivendicazioni dipendenti illustrano varianti all'idea di soluzione base.

Il trovato, per ottenere tutti gli scopi e i vantaggi più sopra e di seguito elencati,
25 prevede di alimentare un treno di laminazione reversibile Steckel a due gabbie con una

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

bramma molto sottile, avente spessore "modulabile" a valle della colata affinché si possa sempre ottenere il prodotto finito al massimo con tre doppi passaggi di laminazione (due inversioni).

Questo fa sì di ridurre al minimo valore possibile il numero dei passaggi di laminazione e di inversioni (e quindi il tempo totale di laminazione e i tempi morti di inversione), riducendo al minimo il tempo di esposizione all'aria del prodotto in laminazione e quindi la formazione della scaglia e la sua impressione sulla superficie del nastro; inoltre si ottiene una migliorata omogeneità/uniformità della temperatura lungo il nastro, con minor calo di temperatura in assoluto, la riduzione del numero di volte che le punte/code fredde passano sotto i cilindri di lavoro con minor consumo degli stessi e quindi miglior qualità dimensionale e di superficie del nastro finale, unitamente alla possibilità di produrre spessori finali molto sottili, fino a circa 1,2 mm o meno.

Secondo il presente trovato, un procedimento di laminazione, per la produzione di prodotti piani a bassa produttività, comprende una fase di colata in continuo ad una velocità compresa tra 3,5 m/min e 6 m/min di una bramma sottile di spessore compreso tra 25 e 50 mm, vantaggiosamente tra 30 e 40 mm, una fase di sbazzatura per la riduzione dello spessore in almeno una gabbia di sbazzatura ad un valore compreso tra 10 mm e 40 mm, preferibilmente tra 10 mm e 30 mm, ancor più preferibilmente tra 10 mm e 20 mm ed idoneo all'avvolgimento, una fase di riscaldamento rapido mediante induzione per almeno ripristinare la temperatura persa nel tratto a valle della colata e nella fase di sbazzatura, una fase di avvolgimento/svolgimento in un dispositivo avvolgitore/svolgitore a due mandrini, una fase di laminazione di tipo reversibile del prodotto svolto dal dispositivo avvolgitore/svolgitore comprendente non più di tre passaggi doppi (due inversioni) per ottenere un prodotto finale compreso

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

tra 1-1,2 e 16 mm, una fase di raffreddamento laminare ad acqua ed una fase di avvolgimento del prodotto finale.

Nel proseguo, il prodotto prelaminato uscente dalla gabbia di sbazzatura a valle colata verrà chiamato semplicemente "barra".

- 5 In una forma di esecuzione del procedimento del presente trovato, la seconda gabbia Steckel, intesa come quella posta più a valle nel senso di primo avanzamento del prodotto, ha vantaggiosamente percentuali di riduzione molto ridotte, oppure non interviene, o tutt'al più interviene con piccoli schiacci nella laminazione per mantenere in temperatura i cilindri di laminazione, in almeno uno dei due primi doppi
- 10 passaggi, allo scopo di ridurre l'usura dei cilindri e quindi ottimizzare la qualità superficiale nell'operazione di finitura effettuata nel terzo passaggio doppio. Tale modalità di funzionamento della seconda gabbia Steckel permette inoltre di aumentare la vita operativa dei cilindri di lavoro finitori e quindi di ridurre, fino a pressoché dimezzare, le fermate del laminatoio per il cambio cilindri finitori, con conseguente
- 15 miglioramento del fattore di utilizzo dell'impianto che diventa paragonabile a quello di un impianto di colata e laminazione con treno continuo in endless. Il cambio cilindri può essere vantaggiosamente effettuato in concomitanza con la fermata della macchina di colata per il cambio di configurazione, o restrand, della stessa.

- In un'altra forma di esecuzione del procedimento del presente trovato, per spessori
- 20 di nastro finale superiori a 5-6 mm la laminazione nel treno reversibile Steckel avviene vantaggiosamente senza inversioni, pertanto si riduce drasticamente il tempo di esposizione all'aria del prodotto e quindi la formazione di scaglia.

- In varianti del procedimento, la gabbia di formatura esegue una riduzione adattativa di spessore compreso fra il 20 e il 60%, vantaggiosamente tra il 35 e il 55%,
- 25 e vantaggiosamente alimenta la fase di laminazione con uno spessore variabile della

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

bramma sottile almeno in funzione dei seguenti parametri: spessore nastro, larghezza nastro, tipo di acciaio (o steel grade).

Tale gabbia di formatura sfrutta l'alta temperatura in uscita colata e la minor resistenza del materiale per via della mancata "ricristallizzazione", consente di
5 utilizzare gabbie più piccole, che richiedono minore potenza installata, e quindi i costi, in sé e di installazione, di tale gabbia sbazzatrice sono modesti.

In forme di esecuzione del procedimento, si prevede di riscaldare il dispositivo avvolgitore/svolgitore che funge da forno di almeno mantenimento della temperatura, sì che durante le fasi di avvolgimento/svolgimento la bramma rimane ad una
10 temperatura idonea per la successiva laminazione, riducendo anche costi ed ingombri rispetto ad un forno a tunnel tradizionale. In altre varianti, il dispositivo avvolgitore/svolgitore può anche fungere da polmone per consentire il cambio cilindri, essendo il tempo di avvolgimento della bramma sul mandrino del dispositivo avvolgitore/svolgitore coerente con il tempo di cambio cilindri nelle gabbie del
15 laminatoio reversibile.

Come detto più sopra, il prodotto finito viene ottenuto facendo al massimo tre doppi passaggi di laminazione, o due inversioni, pertanto la linea produce con buona qualità perché viene ridotto al minimo il tempo di esposizione all'aria del prodotto e quindi la formazione di scaglia. Tale riduzione di scaglia può essere ulteriormente
20 incrementata con discagliatori, ad esempio ad acqua ad elevatissima pressione, che puliscono il nastro finito nelle fasi di avvolgimento.

Inoltre, la modalità di laminazione di cui sopra riduce la differenza di temperatura tra le estremità ed il centro degli spezzoni di bramma, ottenendo un prodotto con migliore tolleranza dimensionale, arrivando a spessori finali fino anche a 1 - 1,2 mm.

25 Il procedimento, inoltre, può eseguire, secondo alcune forme realizzative, una

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

riduzione dinamica dello spessore a cuore liquido della bramma colata, cosiddetta "dynamic soft reduction", a valle del cristallizzatore, al fine di ottenere una struttura metallurgica migliorata. Lo spessore ottenuto dopo la riduzione a cuore liquido è compreso tra 25 mm e 50 mm.

- 5 Nel caso in cui detto gruppo di soft-reduction non sia presente, è il cristallizzatore stesso a fornire direttamente lo spessore finale della bramma.

- Il procedimento del presente trovato è focalizzato su una bassa produttività, volutamente ricercata per soddisfare determinate esigenze di mercati locali e quindi risparmiare sui costi di investimento, mantenendo nel contempo elevata la qualità del
10 prodotto. L'impianto che adotta tale procedimento permette di operare in sequenza con forni elettrici, o comunque con altri dispositivi di produzione di acciaio liquido, a un ritmo da 40 a 140/150 ton/ora.

- Poiché si ha una bassa velocità di colata e un piccolo spessore colato, il mass-flow, che è dato proprio dal prodotto tra velocità di colata e spessore di colata, è di
15 conseguenza basso e non consente di avere temperature idonee per la laminazione a valle: il forno induttore ed il dispositivo avvolgitore/svolgitore riscaldato sono vantaggiosi perché consentono, rispettivamente, di ripristinare la temperatura e di mantenerla al valore richiesto per il successivo processo di laminazione.

- E' vantaggioso utilizzare il dispositivo avvolgitore/svolgitore, che ben si abbina
20 alla bassa produttività e mass-flow ridotto della colata, in quanto permette di evitare l'impiego di forni a tunnel molto lunghi atti a contenere una bramma sottile di lunghezza equivalente a un rotolo di nastro finito di 25-30 ton. Inoltre, con tale dispositivo avvolgitore/svolgitore, viene risolto il problema di movimentare una bramma molto sottile all'interno del forno a tunnel che ne complicherebbe
25 ulteriormente la realizzazione aumentandone i costi.

Secondo un altro aspetto del procedimento del presente trovato, la barra che viene alimentata al laminatoio Steckel è immediatamente arrotolabile sull'aspo avvolgitore 25b, sì che si evita il problema, ricorrente nella tecnica nota, di movimentare in piano sulla "run-out table" la lunga barra per due o più passaggi attraverso il laminatoio
5 prima di poterla avvolgere negli aspi avvolgitori 25a, 25b.

Il principale vantaggio di avvolgere la barra subito dopo il primo passaggio di laminazione è quello di ridurre le dimensioni complessive dell'impianto e quello di contenere le perdite di calore a beneficio di un minor calo in assoluto della temperatura e di una maggiore uniformità della stessa tra testa/coda e parte centrale
10 della barra in laminazione. Ciò si ripercuote positivamente sulla qualità dimensionale e superficiale del nastro finito e anche sulla possibilità di ottenere spessori sottili.

Rientra nello spirito del presente trovato anche una linea di laminazione per la produzione di prodotti piani a bassa produttività che comprende una macchina di colata adatta a colare in continuo una bramma sottile a bassa velocità, ad esempio
15 compresa tra 3,5 e 6 m/min, un gruppo di riscaldamento rapido ed un gruppo di laminazione comprendente due gabbie abbinate, del tipo reversibile Steckel. La soluzione con gruppo di laminazione reversibile consente di ridurre il numero di gabbie, e quindi gli ingombri ed i costi di realizzazione, rispetto a un treno di laminazione continuo.

20 Detta almeno una gabbia sbazzatrice è configurata per permettere una riduzione adattativa di spessore compreso fra il 20 e il 60%, vantaggiosamente tra il 35 e il 55%, e, sfruttando l'alta temperatura in uscita colata e la minor resistenza del materiale per via della mancata "ricristallizzazione", consente di utilizzare gabbie più piccole, che richiedono minore potenza installata, e quindi di ottenere un rilevante risparmio
25 energetico.

Detta almeno una gabbia sbazzatrice consente vantaggiosamente di alimentare il gruppo di laminazione, vantaggiosamente a doppia gabbia Steckel, con uno spessore variabile o "modulabile" della bramma sottile affinché il prodotto finito venga ottenuto al massimo con tre doppi passaggi di laminazione (due inversioni).

- 5 Vantaggiosamente, inoltre, gli spessori ridotti che si ottengono permettono di utilizzare nel gruppo di laminazione Steckel gabbie più piccole con potenza installata minore, riducendo ulteriormente costi ed ingombri.

- Un vantaggio nell'utilizzo di due gabbie nel suddetto gruppo di laminazione è che si riduce il numero di inversioni, quindi il tempo di esposizione all'aria del prodotto e
10 conseguentemente la formazione di scaglia e la scaglia impressa, aumentando la qualità del prodotto finale. Infatti, tipicamente il tempo di laminazione in questa configurazione è di circa 5 - 6 minuti. Inoltre, la distribuzione di temperatura tra le estremità ed il centro dello spezzone di barra è più uniforme, avendo migliore qualità dimensionale del prodotto finito.

- 15 Secondo un altro aspetto del trovato, la seconda gabbia Steckel lavora solo se necessario e nella misura necessaria, in base allo spessore di nastro da produrre, ed in tal modo sono preservati dal consumo ed usura le superfici dei relativi cilindri di lavoro. Ciò permette di ottenere sempre una buona qualità superficiale del nastro nelle passate finali di finitura. Nella produzione normale, la seconda gabbia può lavorare
20 anche in modalità "kissing rolling", ovvero a sfioramento, con riduzioni molto ridotte e conseguenti carichi di laminazione ridotti, sempre nell'ottica di limitare l'usura dei cilindri di lavoro.

- Ad esempio, in una soluzione del trovato, la percentuale di riduzione nella prima gabbia del laminatoio Steckel a due gabbie è compresa tra il 25 e il 50%,
25 vantaggiosamente tra il 30 e il 45%, mentre la percentuale di riduzione della seconda

gabbia del laminatoio Steckel è compresa tra lo 0 e il 30%, vantaggiosamente tra il 10 e il 25 %. In particolare, nei due passaggi intermedi (cioè escluso l'ultimo in cui si ottiene lo spessore finale) attraverso la seconda gabbia la percentuale di riduzione è vantaggiosamente compresa tra lo 0% ed il 20%.

- 5 Con tale accorgimento, inoltre, aumenta la durata operativa dei cilindri di lavoro e si riducono, così, le fermate del laminatoio per il cambio cilindri, con conseguente miglioramento del fattore di utilizzo dell'impianto.

Secondo un aspetto del presente trovato, il gruppo di riscaldamento rapido è un forno induttore configurato per almeno recuperare le perdite di temperatura derivanti dal passaggio nella gabbia sbazzatrice, ed a valle di detto forno induttore è presente un
10 dispositivo avvolgitore/svolgitore ad almeno due mandrini atti a svolgere selettivamente ed alternativamente la funzione di avvolgere la barra proveniente dalla colata e di svolgerla per alimentarla al gruppo di laminazione.

La suddetta gabbia sbazzatrice a valle della colata, oltre a rendere avvolgibile la
15 barra al dispositivo avvolgitore/svolgitore, ottimizza il lavoro e la produttività della linea e fornisce al gruppo di laminazione, vantaggiosamente a doppia gabbia, lo spessore di brama ideale per ottenere il prodotto finito al massimo con tre doppi passaggi (due inversioni).

La linea del presente trovato consente di avere una bassa produttività, ma una
20 buona qualità del prodotto finale. Il fatto di alimentare il treno di laminazione con spessori ridotti dalla colata limita il tempo di esposizione, riducendo la scaglia sul prodotto, e riduce la differenza di temperatura tra estremità e centro dello spezzone di barra, migliorando la qualità dimensionale. La linea del presente trovato è estremamente compatta, con un layout molto corto, che richiede un minimo
25 investimento economico, anche considerando la riduzione nei costi per gli scavi di

fondazione.

ILLUSTRAZIONE DEI DISEGNI

Queste ed altre caratteristiche del presente trovato appariranno chiare dalla seguente descrizione di una forma preferenziale di realizzazione, fornita a titolo
5 esemplificativo, non limitativo, con riferimento agli annessi disegni in cui:

- la fig. 1 rappresenta in modo schematico una forma di realizzazione di una linea di laminazione per bramme sottili, secondo il trovato.

DESCRIZIONE DI UNA FORMA PREFERENZIALE DI REALIZZAZIONE

La fig. 1 rappresenta una linea di laminazione 10 secondo il presente trovato per la
10 produzione di prodotti piani laminati, ad esempio nastri 111, che comprende una macchina 12 per la colata continua, che produce nella fattispecie una bramma 11 sottile. In modo tradizionale, la macchina 12 prevede una siviera 13, una paniera 15 ed un cristallizzatore 17.

In alcune forme realizzative, nel tragitto curvo mostrato nei disegni all'uscita dal
15 cristallizzatore 17, la bramma 11 può essere sottoposta ad una riduzione dinamica di spessore a cuore liquido, o "dynamic soft-reduction", al fine di ottenere una struttura metallurgica migliorata. In accordo con il trovato, lo spessore colato, dopo soft-reduction, è compreso tra 25 mm e 50 mm.

In forme di realizzazione, la bramma sottile che viene colata ha larghezza di 800 –
20 2000 mm, lunghezza massima di 73,3 m e peso del rotolo di 25 ton.

La linea di laminazione 10 del presente trovato è configurata complessivamente per produrre coils, o bobine, con spessore da circa 1 - 1,2 - 1,6 mm a circa 16 mm.

Poiché la linea di laminazione 10 è del tipo a bassa produttività, il processo di laminazione secondo il presente trovato prevede una velocità di colata della bramma
25 11 compresa tra 3,5 e 6 m/min.

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

La bramma sottile 11, dopo il cristallizzatore 17, viene inviata ad un primo gruppo di taglio 14 mediante il quale effettuare il taglio a misura della bramma 11.

Il primo gruppo di taglio 14 è del tipo noto e vantaggiosamente sincronizzato con la velocità di colata.

- 5 In alcune forme di realizzazione, il primo gruppo di taglio 14 può comprendere una cesoia pendolare. In altre forme di realizzazione, il primo gruppo di taglio 14 può comprendere una cesoia rotante o "crank shear".

- 10 Durante il ciclo produttivo, il primo gruppo di taglio 14 taglia la bramma 11 in segmenti, o spezzoni, di lunghezza voluta, correlata al peso desiderato della bobina, o rotolo, di nastro finale.

In particolare, la lunghezza degli spezzoni di bramma è tale da ottenere una bobina, o "coil", di un peso voluto, ad esempio 25 tonnellate, sì che si concretizza un processo di laminazione nella modalità cosiddetta "coil-to-coil".

- 15 A monte del primo gruppo di taglio 14, dopo la colata, può essere previsto un discagliatore 16. In forme di realizzazione, il discagliatore 16 è preferibilmente del tipo avente ugelli rotanti ed effettua un'accurata rimozione della scaglia dalla superficie del prodotto colato, impiegando la minima portata d'acqua possibile, a favore di un modesto calo di temperatura del prodotto colato.

- 20 Secondo il presente trovato, immediatamente a valle della macchina 12 di colata è prevista, inoltre, una gabbia sbozzatrice 20.

In alcune forme di realizzazione, può essere prevista una pluralità di gabbie sbozzatrici 20 poste in serie. Tipicamente, in alcune forme realizzative, ciascuna gabbia sbozzatrice 20 è una gabbia a quarto.

- 25 Secondo il presente trovato, il diametro di lavoro dei rulli della gabbia sbozzatrice 20 è compreso tra 550 mm e 650 mm, preferibilmente tra 575 mm e 625 mm, ad

esempio circa 600 mm. La lunghezza dei rulli è di circa 1500 - 1800 mm, ad esempio circa 1750 quando il diametro è 600 mm.

Inoltre, in alcune forme di realizzazione la forza di separazione della gabbia sbizzatrice 20 è di circa 3000 ton (30000 kN).

- 5 Ulteriormente, in alcune forme di realizzazione la potenza nominale del motore della gabbia sbizzatrice 20 è di 1500 kW.

La gabbia sbizzatrice 20 ha la funzione di ridurre in modo adattativo lo spessore della bramma 11 a cuore solidificato, ancora molto caldo, subito in uscita dalla macchina 12 di colata. Secondo il presente trovato si ottengono riduzioni adattative inferiori a circa 60%, ad esempio comprese tra circa 20% e circa 60%, vantaggiosamente tra circa 35% e circa 55%, dello spessore iniziale. In alcune forme di realizzazione, la gabbia sbizzatrice 20 riduce lo spessore della bramma 11 fino a circa 10 mm e 40 mm, preferibilmente tra 10 mm e 30 mm, ancor più preferibilmente tra 10 mm e 20 mm.

- 15 Secondo il presente trovato, a valle del primo gruppo di taglio 14 e della gabbia sbizzatrice 20 lungo la linea di laminazione 10 è disposto un gruppo di riscaldamento rapido, nella fattispecie un forno induttore 18 configurato per almeno recuperare le perdite di temperatura derivanti dal passaggio nella gabbia sbizzatrice 20, vantaggiosamente fungendo da omogeneizzazione e riscaldamento del prodotto colato.

- 20 Nel caso di specie, la gabbia sbizzatrice 20 è disposta a valle della macchina 12 di colata, tra il primo gruppo di taglio 14 ed il forno induttore 18.

Vantaggio principale di tale disposizione della gabbia sbizzatrice 20 è che si esegue la riduzione adattativa dello spessore quando la bramma 11 è ancora a cuore caldo, il che richiede una gabbia più piccola e quindi una minore potenza installata con conseguente risparmio energetico.

25

In alcune modalità di utilizzo del trovato, come per esempio la produzione di alcuni gradi d'acciaio particolarmente sensibili alle cricche, la gabbia sbizzattrice 20, o più di una se prevista, possono rimanere aperte, senza, quindi, concretizzare alcuna riduzione dello spessore della brama 11.

- 5 La linea di laminazione 10 prevede, a valle di detto forno induttore 18, un dispositivo avvolgitore/svolgitore 34 ad almeno due mandrini 34a, 34b atti a svolgere selettivamente ed alternativamente la funzione di avvolgere la barra proveniente dalla macchina 12 di colata e di svolgerla per alimentarla ad un successivo treno di laminazione 22 a gabbie di tipo reversibile di cui si dirà meglio nel prosieguo della
- 10 descrizione. Ad esempio, il dispositivo avvolgitore/svolgitore 34 può essere realizzato come nella domanda internazionale PCT/EP2010/070857 a nome della Richiedente, qui interamente incorporata come riferimento.

- In alcune forme di realizzazione, il dispositivo avvolgitore/svolgitore 34 è di tipo riscaldato per fungere da forno di almeno mantenimento della temperatura, sì che
- 15 durante le fasi di avvolgimento/svolgimento la barra rimane ad una temperatura idonea per la successiva laminazione nel treno di laminazione 22, riducendo anche costi ed ingombri.

- In caso di fermata del laminatoio il dispositivo avvolgitore/svolgitore 34 consente di accumulare al massimo due segmenti di barra al suo interno senza fermare la
- 20 macchina 12 di colata, fungendo quindi da polmone, per poi immetterli nuovamente nella linea di laminazione 10 alla ripartenza del treno di laminazione 22. In questo modo si può operare, ad esempio, in alcune modalità di funzionamento della linea di laminazione 10, in caso di fermata del treno di laminazione 22 per emergenza (ad esempio incaglio), o fermata programmata (ad esempio cambio cilindri).
- 25 Vantaggiosamente, il tempo di avvolgimento della barra su uno o più mandrini 34a,

34b del dispositivo avvolgitore/svolgitore 34 è coerente con il tempo di cambio cilindri nelle gabbie del treno di laminazione 22.

Subito a valle del dispositivo avvolgitore/svolgitore 34 è presente una cesoia di emergenza, o "crop-shear" 30, di per sé di tipo noto.

5 Il suddetto treno di laminazione 22 è, secondo il presente trovato, di tipo reversibile Steckel e nel caso di specie è a doppia gabbia, formato da due gabbie Steckel 23a, 23b, in cooperazione con aspi avvolgitori/svolgitori 25a, 25b, in alcune forme di realizzazione aspi riscaldati, chiamati anche aspi forno. Gli avvolgitori/svolgitori 25a e 25b cooperano con rispettive unità di traino 27a, 27b.

10 Nella soluzione illustrata, a monte della prima gabbia 23a ed a valle della seconda gabbia 23b sono presenti rispettivi dispositivi discagliatori, indicati con 28a e 28b, rispettivamente, che svolgono la funzione di rimuovere la scaglia prima e/o dopo ogni passaggio di laminazione, evitando che la scaglia venga impressa sulla superficie del nastro dall'azione dei cilindri di laminazione.

15 Il diametro di lavoro dei rulli di ciascuna gabbia Steckel 23a, 23b è di circa 530 mm, con lunghezza di circa 2050 mm.

Il diametro di lavoro dei rulli di ciascun aspo avvolgitore/svolgitore 25a, 25b è di circa 1350 mm, con lunghezza di 2050 mm.

Il procedimento di laminazione del presente trovato prevede non più di tre doppi
20 passaggi attraverso le gabbie 23a, 23b, che determinano le volute riduzioni di spessore.

In particolare, con tale soluzione, nella produzione tipica di nastro 111, la bramma 11 viene fatta passare una prima volta attraverso le gabbie 23a (prima riduzione di spessore del primo doppio passaggio di laminazione compresa tra circa 30% e 45%) e
25 23b (seconda riduzione di spessore del primo doppio passaggio compresa tra circa

30% e 50%), per sequenziali riduzioni dello spessore.

Se si produce nastro, il nastro che esce dalla seconda gabbia 23b è avvolto sul secondo aspo avvolgitore/svolgitore 25b.

5 In seguito, la direzione del nastro è invertita, per un secondo passaggio di laminazione attraverso le gabbie 23b (prima riduzione di spessore del secondo doppio passaggio compresa tra circa 28% e 50%) e 23a (seconda riduzione di spessore del secondo doppio passaggio compresa tra circa 28% e 50%), per ridurre ulteriormente lo spessore.

10 Infine, la direzione di alimentazione è invertita una terza volta per un terzo passaggio di laminazione attraverso le gabbie 23a (prima riduzione di spessore del terzo doppio passaggio compresa tra circa 24% e 39%) e 23b (seconda riduzione di spessore del terzo doppio passaggio compresa tra circa 20% e 25%) che riducono lo spessore al valore finale desiderato.

15 Lo spessore di uscita del treno di laminazione 22 di tipo Steckel viene impostato ad un appropriato valore per effettuare la fase di laminazione nello Steckel con tre doppi passaggi, in accordo con lo spessore finale voluto del nastro 111, vantaggiosamente da circa 16 mm a circa 1,2 mm o anche meno.

20 Inoltre, la linea di laminazione 10 include, successivamente al treno di laminazione 22, una via a rulli di uscita del nastro 111, a velocità di circa 1,5 - 12 m/sec, ed un gruppo di raffreddamento 24. Ad esempio, il gruppo di raffreddamento 24 è del tipo a raffreddamento laminare con docce.

A valle del gruppo di raffreddamento 24 la linea di laminazione 10 comprende un'unità di avvolgimento 26, ad esempio formata da un aspo avvolgitore ("down coiler"), del nastro 111 per produrre le bobine di nastro, o "coils".

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

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento di laminazione per la produzione di prodotti piani (111) con bassa produttività, **caratterizzato dal fatto che** comprende una fase di colata in continuo ad una velocità compresa tra 3,5 m/min e 6 m/min di una bramma sottile (11) di spessore
5 compreso tra 25 mm e 50 mm, una fase di sbazzatura per la riduzione dello spessore in almeno una gabbia di formatura, o gabbia sbazzatrice, (20) ad un valore compreso tra 10 mm e 40 mm, preferibilmente tra 10 mm e 30 mm, ancor più preferibilmente tra 10 mm e 20 mm ed idoneo all'avvolgimento, una fase di riscaldamento rapido mediante induzione per almeno ripristinare la temperatura persa nel tratto a valle della colata e
10 nella fase di sbazzatura, una fase di avvolgimento/svolgimento in un dispositivo di avvolgimento/svolgimento (34) a due mandrini, una fase di laminazione in un gruppo di laminazione di tipo Steckel (22) con due gabbie (23a, 23b) di tipo reversibile del prodotto svolto dal dispositivo di avvolgimento/svolgimento (34) comprendente non più di tre passaggi doppi passaggi di laminazione, o due inversioni, per ottenere un
15 prodotto finale compreso tra 1-1,2 mm e 16 mm, una fase di raffreddamento ed una fase di avvolgimento del prodotto finale.
2. Procedimento come nella rivendicazione 1, **caratterizzato dal fatto che** in almeno uno dei due primi passaggi doppi la gabbia a valle (23b) nel senso di primo avanzamento del prodotto non interviene nella laminazione.
- 20 3. Procedimento come nella rivendicazione 1, **caratterizzato dal fatto che** in ognuno dei passaggi di laminazione, la percentuale di riduzione nella prima gabbia (23a) del gruppo di laminazione Steckel (22) a due gabbie è compresa tra il 25% e il 50%, vantaggiosamente tra il 30% e il 45%, mentre la percentuale di riduzione della seconda gabbia (23b) del gruppo di laminazione Steckel (22) è compresa tra lo 0% e il
25 30%, vantaggiosamente tra il 10% e il 25%.

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

4. Procedimento come alla rivendicazione 3, **caratterizzato dal fatto che** nei due passaggi intermedi attraverso la seconda gabbia (23b) del gruppo di laminazione Steckel (22) la percentuale di riduzione è compresa tra lo 0% ed il 20%.
5. Procedimento come nella rivendicazione 1 o 2, **caratterizzato dal fatto che**
5 detta almeno una gabbia di formatura, o gabbia sbazzatrice (20) esegue una riduzione adattativa di spessore compresa fra il 20% e il 60%.
6. Procedimento come in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto che** detta almeno una gabbia di formatura, o gabbia sbazzatrice (20) alimenta la fase di laminazione con uno spessore variabile della barra
10 almeno in funzione dei seguenti parametri: spessore nastro, larghezza nastro, tipo di acciaio (o steel grade).
7. Procedimento come in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto che** per spessori di nastro finale superiori a 5-6 mm la laminazione nel gruppo di laminazione Steckel (22) avviene senza inversioni.
- 15 8. Procedimento come una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto che** prevede di riscaldare il dispositivo avvolgitore/svolgitore (34) che funge da forno di almeno mantenimento della temperatura, sì che durante le fasi di avvolgimento/svolgimento la barra rimane ad una temperatura idonea per la successiva laminazione.
- 20 9. Procedimento come in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto che** il dispositivo avvolgitore/svolgitore (34) funge da polmone per consentire il cambio cilindri, essendo il tempo di avvolgimento della barra sul mandrino del dispositivo avvolgitore/svolgitore (34) coerente con il tempo di cambio cilindri nelle gabbie (23a, 23b) del gruppo di laminazione Steckel (22).
- 25 10. Procedimento come in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti,

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

caratterizzato dal fatto che prevede di eseguire una riduzione dinamica dello spessore a cuore liquido della bramma colata, a valle del cristallizzatore (17).

11. Linea di laminazione per la produzione di prodotti piani (111) a bassa produttività comprendente una macchina di colata (12) adatta a colare in continuo una
5 bramma sottile (11) a bassa velocità, compresa tra circa 3,5 m/min e 6 m/min, un gruppo di riscaldamento rapido ed un gruppo di laminazione di tipo Steckel (22) comprendente due gabbie abbinate (23a, 23b), del tipo reversibile, almeno una gabbia di formatura, o gabbia sbazzatrice (20), atta a ridurre lo spessore del materiale appena solidificato, direttamente collegata in presa subito all'uscita della macchina di colata
10 (12) continua e a monte del gruppo di riscaldamento rapido, **caratterizzata dal fatto che** il gruppo di riscaldamento rapido è un forno induttore (18) configurato per almeno recuperare le perdite di temperatura derivanti dal passaggio nella gabbia sbazzatrice (20), ed a valle di detto forno induttore è presente un dispositivo avvolgitore/svolgitore (34) ad almeno due mandrini (34a, 34b) atti a svolgere
15 selettivamente ed alternativamente la funzione di avvolgere la barra proveniente dalla colata e di svolgerla per alimentarla al gruppo di laminazione Steckel (22).

12. Linea come nella rivendicazione 11, **caratterizzata dal fatto che** detta almeno una gabbia di formatura, o gabbia sbazzatrice, (20) è configurata per permettere una riduzione adattativa di spessore compreso fra il 20% e il 60%.

20 13. Linea come nella rivendicazione 11 o 12, **caratterizzata dal fatto che** detta almeno una gabbia di formatura, o gabbia sbazzatrice (20) è configurata per alimentare il gruppo di laminazione Steckel (22) con uno spessore variabile della barra almeno in funzione dei seguenti parametri: spessore nastro, larghezza nastro, tipo di acciaio (o steel grade).

25 14. Linea come in una qualsiasi delle rivendicazioni da 11 a 13, **caratterizzata dal**

fatto che detta almeno una gabbia di formatura, o gabbia sbizzatrice (20) è adatta ad eseguire una riduzione adattativa di spessore della bramma sottile (11) fino ad uno spessore compreso tra circa 10 mm e circa 40 mm.

15. Linea come in una qualsiasi delle rivendicazioni da 11 a 14, **caratterizzata dal**
5 **fatto che** il dispositivo avvolgitore/svolgitore (34) è riscaldato per fungere da forno di almeno mantenimento della temperatura, sì che durante le fasi di avvolgimento/svolgimento la barra rimane ad una temperatura idonea per la successiva laminazione.

16. Linea come in una qualsiasi delle rivendicazioni da 11 a 15, **caratterizzata dal**
10 **fatto che** il dispositivo avvolgitore/svolgitore (34) è configurato per fungere da polmone per consentire il cambio cilindri, essendo il tempo di avvolgimento della barra sul mandrino del dispositivo avvolgitore/svolgitore coerente con il tempo di cambio cilindri nelle gabbie del laminatoio reversibile.

17. Linea come in una qualsiasi delle rivendicazioni da 11 a 16, **caratterizzata dal**
15 **fatto che** il gruppo di laminazione Steckel (22) è adatto ad eseguire una riduzione dello spessore della barra fino ad uno spessore compreso tra circa 1,2 mm e circa 16 mm mediante non più di tre doppi passaggi di laminazione attraverso la doppia gabbia di laminazione.

18. Linea come in una qualsiasi delle rivendicazioni da 11 a 17, in cui il gruppo di
20 laminazione Steckel (22) è a doppia gabbia reversibile (23a, 23b), **caratterizzata dal**
fatto che la seconda gabbia (23b) posta a valle nella direzione di primo avanzamento della barra è adatta ad eseguire la finitura del prodotto laminato, sì che nel primo e/o nel secondo passaggio attraverso le gabbie i cilindri sono configurati per essere tenuti almeno parzialmente aperti per non premere, oppure per solo sfiorare, il prodotto.

25 19. Linea come in una qualsiasi delle rivendicazioni da 11 a 18, **caratterizzata dal**

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

fatto che la macchina di colata (12) comprende un gruppo di riduzione dinamica dello spessore a cuore liquido della bramma colata, a valle del cristallizzatore (17).

p. Danieli & C. OFFICINE MECCANICHE S.p.A.

SL 24.01.2011

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

CLAIMS

1. Rolling method for the production of flat products (111) with low productivity, **characterized in that** it comprises a continuous casting step at a speed comprised between 3.5 m/min and 6 m/min of a thin slab (11) with a thickness comprised
5 between 25 mm and 50 mm, a roughing step to reduce the thickness in at least one forming stand or roughing stand (20), to a value comprised between 10 mm and 40 mm, preferably between 10 mm and 30 mm, even more preferably between 10 mm and 20 mm and suitable for winding, a rapid heating step using induction in order to at least restore the temperature lost in the segment downstream of casting and in
10 the roughing step, a winding/unwinding step in a winding/unwinding device (34) with two mandrels, a rolling step in a Steckel type rolling unit (22) with two reversing type stands (23a, 23b) of the product unwound by the winding/unwinding device (34) comprising not more than three double rolling passes, or two inversions, in order to obtain a final product comprised between 1-1.2 mm and 16
15 mm, a cooling step and a winding step of the final product.
2. Method as in claim 1, **characterized in that** in at least one of the two first double passes the stand downstream (23b) in the direction of the first advance of the product does not intervene in the rolling.
3. Method as in claim 1, **characterized in that** in each of the rolling passes, the
20 percentage reduction in the first stand (23a) of the Steckel rolling unit (22) with two stands is comprised between 25% and 50%, advantageously between 30% and 45%, whereas the percentage reduction in the second stand (23b) of the Steckel rolling unit (22) is comprised between 0% and 30%, advantageously between 10% and 25%.
- 25 4. Method as in claim 3, **characterized in that** in the two intermediate passes

through the second stand (23b) of the Steckel rolling unit (22) the percentage reduction is comprised between 0% and 20%.

5 5. Method as in claim 1 or 2, **characterized in that** said at least one forming stand or roughing stand (20) performs an adaptive reduction in thickness comprised between 20% and 60%.

6. Method as in any claim hereinbefore, **characterized in that** said at least one forming stand or roughing stand (20) feeds the rolling step with a variable thickness of the bar at least as a function of the following parameters: thickness of strip, width of strip, type of steel, or steel grade.

10 7. Method as in any claim hereinbefore, **characterized in that** for thicknesses of the final strip of more than 5-6 mm, the rolling in the Steckel rolling unit (22) occurs without inversions.

15 8. Method as in any claim hereinbefore, **characterized in that** it provides to heat the winding/unwinding device (34) that functions as at least a temperature-maintenance furnace, so that during the winding/unwinding steps the bar remains at a temperature suitable for subsequent rolling.

20 9. Method as in any claim hereinbefore, **characterized in that** the winding/unwinding device (34) functions as a store to allow the roll change, since the time for winding the bar onto the mandrel of the winding/unwinding device (34) is coherent with the roll change time in the stands (23a, 23b) of the Steckel rolling unit (22).

10. Method as in any claim hereinbefore, **characterized in that** it provides to perform a dynamic reduction of the thickness of the cast slab with liquid core, downstream of the crystallizer (17).

25 11. Rolling line for the production of flat products (111) with low productivity,

- comprising a casting machine (12) suitable to continuously cast a thin slab (11) at low speed, comprised between about 3.5 m/min and 6 m/min, a rapid heating unit and a Steckel type rolling unit (22) comprising two combined stands (23a, 23b) of the reversing type, at least a forming stand or roughing stand (20), able to reduce the thickness of the just solidified material, directly connected immediately at exit from the continuous casting machine (12) and upstream of the rapid heating unit, **characterized in that** the rapid heating unit is an inductor furnace (18) configured at least to recover the losses of temperature deriving from the passage in the roughing stand (20), and downstream of said inductor furnace there is a winding/unwinding device (34) with at least two mandrels (34a, 34b) able to selectively and alternately perform the function of winding the bar arriving from casting and of unwinding it in order to feed it to the Steckel rolling unit (22).
12. Line as in claim 11, **characterized in that** said at least one forming stand or roughing stand (20) is configured to allow an adaptive reduction in thickness comprised between 20% and 60%.
13. Line as in claim 11 or 12, **characterized in that** said at least one forming stand or roughing stand (20) is configured to feed the Steckel rolling unit (22) with a variable thickness of the bar at least as a function of the following parameters: thickness of strip, width of strip, type of steel, or steel grade.
14. Line as in any claim from 11 to 13, **characterized in that** said at least one forming stand or roughing stand (20) is suitable to perform an adaptive reduction in thickness of the thin slab (11) to a thickness comprised between about 10 mm and about 40 mm.
15. Line as in any claim from 11 to 14, **characterized in that** the winding/unwinding device (34) is heated to function as at least a temperature-

maintenance furnace, so that during the winding/unwinding steps the bar remains at a temperature suitable for subsequent rolling.

16. Line as in any claim from 11 to 15, **characterized in that** the winding/unwinding device (34) is configured to function as a store to allow the roll
5 change, since the time for winding the bar onto the mandrel of the winding/unwinding device is coherent with the roll change time in the stands of the reversing rolling unit.

17. Line as in any claim from 11 to 16, **characterized in that** the Steckel rolling unit (22) is suitable to perform a reduction in the thickness of the bar to a thickness
10 comprised between about 1.2 mm and about 16 mm by means of no more than three double rolling passes through the double rolling stand.

18. Line as in any claim from 11 to 17, wherein the Steckel rolling unit (22) has a double reversing stand (23a, 23b), **characterized in that** the second stand (23b) located downstream in the direction of first advance of the bar is suitable to
15 perform the finishing of the rolled product, so that in the first and/or second pass through the stands the rolls are configured to be held at least partly open so as not to press, or to only graze, the product.

19. Line as in any claim from 11 to 18, **characterized in that** the casting machine (12) comprises a dynamic reduction unit of the liquid core thickness of the cast
20 slab, downstream of the crystallizer (17).

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

1/1

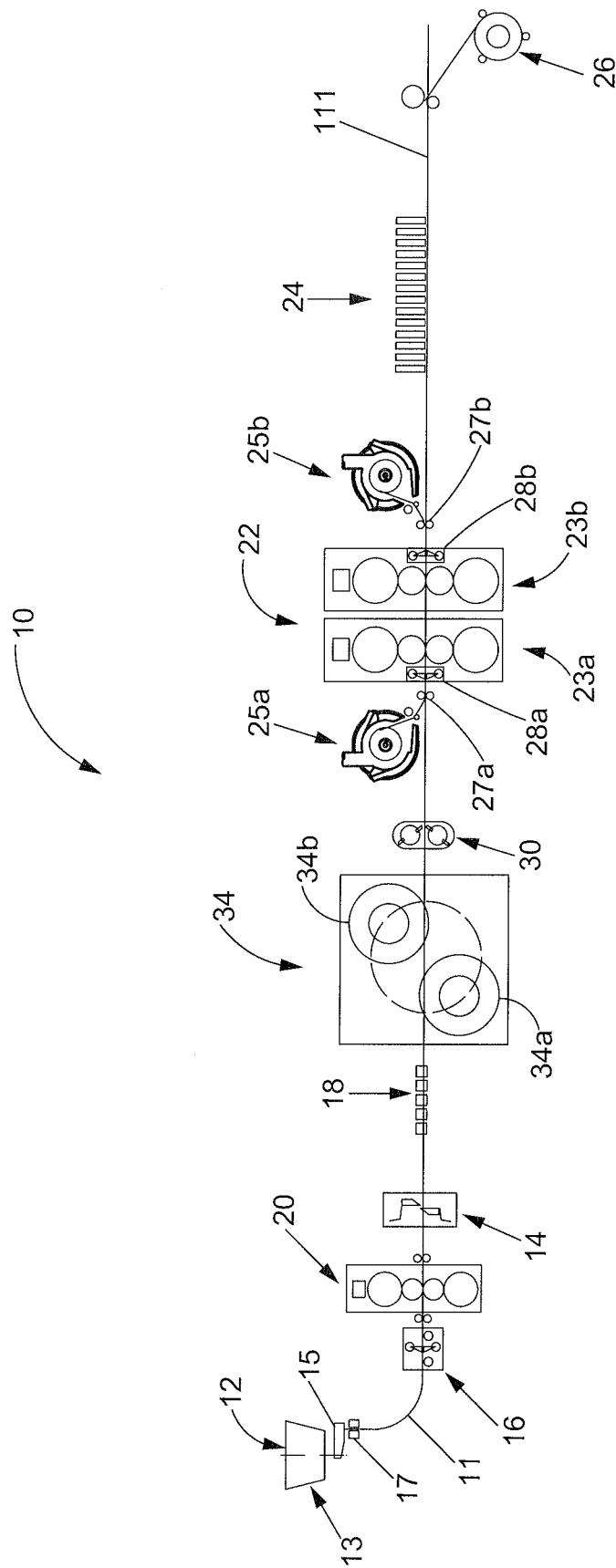


Fig. 1