

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102010901848126A1

Publication Date

20111214

Applicant

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

Title

LINEA DI LAMINAZIONE E RELATIVO PROCEDIMENTO

Classe Internazionale: B 21 B 001 / 0000

Descrizione del trovato avente per titolo:

"LINEA DI LAMINAZIONE E RELATIVO PROCEDIMENTO"

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

* * * * *

CAMPO DI APPLICAZIONE

Il presente trovato si riferisce ad una linea di laminazione ed al relativo
10 procedimento per la realizzazione di prodotti metallici piani, quali nastri o lamiere.

STATO DELLA TECNICA

Sono note linee di laminazione per nastri che, per produrre più di
800.000/1.000.000 ton/anno, partono dalla colata continua di bramme e utilizzano
treni finitori in continuo a più gabbie di laminazione.

15 Nel caso vengano colate bramme spesse, da 130 mm di spessore in sù, il treno
finitore in continuo è preceduto da un treno sbozzatore reversibile, mentre nel caso si
parta da una bramma sottile, avente spessore inferiore a 130 mm, per laminazione
diretta, il treno è formato semplicemente da 5 / 9 gabbie in continuo senza treno
sbozzatore. Per produzioni inferiori a 800.000 / 1.000.0000 ton/anno si utilizza
20 comunemente un laminatoio Steckel a una o più gabbie reversibili alimentato
normalmente con bramme aventi spessore da 150 a 250 mm.

Una linea di laminazione a partire da bramme spesse prevede, normalmente, forni
di riscaldamento a passo, un discagliatore ad acqua ad alta pressione, una cesoia
troncatrice, un treno di laminazione reversibile Steckel a singola o doppia gabbia, un
25 sistema di raffreddamento laminare ed un'unità di avvolgimento.

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

Invece, una linea di laminazione da bramma sottile prevede, tipicamente, una macchina di colata di bramma sottile, un sistema di ripristino, mantenimento od omogeneizzazione della temperatura del materiale colato, ad esempio un forno a tunnel, un discagliatore ad acqua ad alta pressione, un treno di laminazione reversibile
5 Steckel a singola o doppia gabbia, un sistema di raffreddamento laminare ed un'unità di avvolgimento.

L'impianto di laminazione che parte da bramma sottile, rispetto a quello che parte da bramma spessa, consente, normalmente, un risparmio dovuto al fatto che la cesoia troncatrice non è richiesta, che la gabbia o le gabbie di laminazione dello Steckel
10 possono avere diametri dei cilindri di lavoro più piccoli, circa 740 mm, invece di 810 mm, consentendo, a parità di schiaccio, forze di laminazione più basse del 20-30% con conseguente riduzione delle dimensioni delle macchina. Inoltre, forze di laminazione inferiori comportano anche coppia di laminazione ridotta, e la taglia dei motori principali avrà, di conseguenza, minor valore di coppia, anche inferiore del 15-20%.

15 E' noto, inoltre, che gli impianti di laminazione con treno di laminazione reversibile del tipo Steckel a una o più gabbie che utilizzano una bramma con spessore da 150 a 250 mm o più hanno limitazioni di produttività, di spessore minimo ottenibile e di qualità sia dimensionale che di superficie del nastro finale: la produttività è limitata, dato l'elevato spessore della bramma di partenza, dal numero elevato di
20 passaggi di laminazione attraverso la/e gabbia/e e conseguentemente dagli elevati tempi morti di inversione con conseguenti elevati tempi totali da inizio a fine laminazione; ciò determina inoltre disomogeneità di temperatura lungo il nastro, elevata perdita di temperatura e formazione di scaglia che incidono negativamente sulla qualità finale del nastro prodotto.

25 Inoltre l'elevata perdita di temperatura rende impossibile laminare spessori sottili

di prodotto finito, ad esempio da 1,8 a 1,2 mm o meno.

Infine la qualità della superficie del prodotto finito risente anche dell'utilizzo dei cilindri di lavoro per i numerosi passaggi delle punte / code fredde e del conseguente rapido deterioramento della superficie dei cilindri stessi. Per ridurre questo
5 inconveniente si è costretti a cambiare frequentemente i cilindri di lavoro, con conseguenti fermate, compromettendo fattore di utilizzo e produttività dell'impianto.

Uno scopo del presente trovato è quello di realizzare una linea di laminazione con treno di laminazione Steckel a due gabbie reversibili, e mettere a punto un relativo procedimento, che consenta di ridurre al minimo il numero di passaggi di laminazione
10 e di inversioni, e quindi di diminuire il tempo totale di laminazione, con conseguente aumento della produttività del laminatoio.

Un altro scopo del presente trovato è quello di ottenere una maggior uniformità/omogeneità della temperatura lungo il nastro in laminazione e una minor perdita complessiva di temperatura dello stesso.

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

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
20 continua, potendo così utilizzare gabbie più piccole e quindi con minore potenza installata e notevole risparmio energetico.

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 trovato.

25

ESPOSIZIONE DEL TROVATO

Il mandatario

STEFANO LIGI

(per sé e per gli altri)

STUDIO GLP S.r.l.

P.le Cavedanis, 6/2 - 33100 UDINE

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, prevede di alimentare un treno di laminazione reversibile a doppia gabbia Steckel con
5 una bramma sottile, avente spessore costante in colata e "modulabile" lungo la linea di laminazione affinché, a seconda dello spessore finale e della larghezza del nastro e del tipo di acciaio, si possa sempre ottenere il prodotto finito al massimo con tre doppi
passaggi di laminazione. 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
10 tempi morti di inversione), ottimizzando quindi il lavoro del treno di laminazione e aumentandone la produttività di circa il 24% rispetto al caso convenzionale che utilizza la bramma spessa; 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
15 lavoro con minor consumo degli stessi e quindi miglior qualità dimensionale e di superficie del nastro finale, unitamente alla possibilità di produrre spessori sottili (da circa 20 mm fino anche a circa 1,2 mm o meno).

In accordo con un aspetto del presente trovato, una linea di laminazione per la produzione di prodotti piani comprende una macchina di colata adatta a colare in
20 continuo una bramma sottile, un gruppo di mantenimento ed omogeneizzazione di temperatura ed un gruppo di laminazione comprendente almeno una doppia gabbia di laminazione del tipo reversibile Steckel.

Inoltre, secondo il presente trovato la linea di laminazione prevede, direttamente collegata in presa subito all'uscita della macchina di colata continua e a monte del
25 gruppo di mantenimento ed omogeneizzazione di temperatura, almeno una gabbia di

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

formatura, o gabbia sbizzatrice, atta a ridurre lo spessore del materiale appena solidificato ed ancora ad elevata temperatura, tipicamente di 1.100 - 1.180 C°.

5 Detta almeno una gabbia sbizzatrice è configurata per permettere una riduzione adattativa di spessore minore od uguale a circa 65% 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 energetico. In alcune forme di realizzazione, la riduzione adattativa di spessore effettuata dalla gabbia sbizzatrice è compresa tra circa 30% e circa 65%.

10 Detta almeno una gabbia sbizzatrice consente vantaggiosamente di alimentare il gruppo di laminazione a doppia gabbia Steckel con uno spessore variabile o "modulabile" della bramma sottile almeno in funzione dei seguenti parametri: spessore nastro, larghezza nastro, tipo di acciaio (o steel grade), affinché il prodotto finito venga ottenuto al massimo con tre doppi passaggi di laminazione.

15 In forme realizzative, il gruppo di mantenimento ed omogeneizzazione di temperatura è un forno a tunnel di adeguata lunghezza.

In forme di realizzazione, all'interno del forno a tunnel la temperatura rimane al di sotto di una certa soglia, per esempio ad un valore di circa 1.150 °C -1.180 °C, in modo che i rulli di trasporto non debbano essere raffreddati ad acqua e quindi si possano utilizzare "rulli a secco". Così facendo, si riducono le dispersioni termiche della bramma per conduzione attraverso i rulli e, quindi, si risparmia energia e si riduce la manutenzione necessaria.

20

In altre forme realizzative, il forno a tunnel ha la funzione di mantenere oppure di riscaldare la bramma sottile per ottenere, in uscita dallo stesso, una temperatura compresa tra circa 1.150 °C e circa 1.180 °C.

25

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

Inoltre, in forme di realizzazione del presente trovato il forno a tunnel è dimensionato con una lunghezza tale da consentire un polmone di accumulo delle bramme tra colata e gruppo di laminazione con tempo di residenza, o "buffer time", di almeno 8 minuti alla massima velocità di colata. Tale buffer time può eventualmente essere aumentato riducendo la velocità di colata e consente di procedere al cambio programmato dei cilindri di lavoro usurati, o di far fronte a brevi interruzioni del laminatoio, senza dover fermare la colata continua e quindi senza comprometterne la produttività.

Secondo alcune forme di realizzazione del presente trovato, la velocità di colata è compresa tra circa 5 m/min e 7 m/min per una bramma sottile con spessore costante, in uscita dalla colata, minore od uguale a circa 130 mm. In alcune forme di realizzazione, lo spessore in uscita dalla colata è compreso tra circa 30 mm e circa 130 mm. In ulteriori forme di realizzazione, lo spessore in uscita dalla colata è compreso tra circa 50 mm e circa 100 mm.

In alcune varianti, la macchina di colata può incorporare un gruppo di 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.

E' chiaro che, con l'espressione "spessore in uscita dalla colata" si intende lo spessore del prodotto colato in uscita direttamente dal cristallizzatore, oppure in uscita dal gruppo di "dynamic soft reduction" se previsto.

In particolare, in alcune forme di realizzazione, lo spessore ottenuto con la riduzione a cuore liquido ("dynamic soft reduction"), partendo da uno spessore in uscita del cristallizzatore minore od uguale a 130 mm, è compreso tra 60 mm e 80 mm.

Nel caso in cui detto gruppo di soft-reduction non sia presente, è il cristallizzatore stesso a fornire direttamente lo spessore finale compreso, in alcune forme di realizzazione, tra 60 mm e 80 mm della bramma uscente dalla macchina di colata continua.

- 5 Inoltre, in forme di realizzazione del presente trovato la gabbia di formatura, o gabbia sbazzatrice, è adatta ad eseguire una riduzione adattativa di spessore della bramma sottile fino ad uno spessore compreso tra circa 30 mm e circa 80 mm. In alcune forme di realizzazione, lo spessore è compreso tra circa 35 mm e circa 75 mm.

- 10 Inoltre, secondo il presente trovato, il gruppo di laminazione del tipo reversibile Steckel è adatto ad eseguire una riduzione dello spessore della bramma sottile proveniente dal gruppo di mantenimento ed omogeneizzazione di temperatura fino ad uno spessore compreso tra circa 1,2 mm e circa 20 mm mediante al più tre doppi passaggi di laminazione attraverso la doppia gabbia di laminazione. In alcune forme realizzative, lo spessore finale è compreso tra circa 1,4 mm e circa 20 mm.

- 15 In alcune forme di realizzazione, il diametro di ciascuno dei rulli di laminazione della gabbia di formatura, o gabbia sbazzatrice, è compreso tra circa 650 mm e circa 750 mm.

- 20 La previsione dello Steckel consente di eseguire il processo di laminazione in modalità "coil-to-coil" a partire da spezzoni di bramma, tipicamente di lunghezza tra 30 e 75 metri o comunque tale da ottenere un coil di peso compreso tra 20 e 30 ton.

- 25 Rientra nel presente trovato anche un procedimento di laminazione per la produzione di prodotti piani comprendente una fase di colata in continuo di una bramma sottile, una fase di mantenimento ed omogeneizzazione di temperatura, una fase di laminazione di tipo reversibile successiva alla fase di mantenimento ed omogeneizzazione di temperatura, una fase di formatura, o sbazzatura, adatta a ridurre

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

lo spessore della bramma appena solidificata, effettuata tra la fase di colata e la fase di mantenimento ed omogeneizzazione di temperatura.

Inoltre, la fase di formatura, o sbazzatura subito a valle della colata continua esegue riduzioni adattative inferiori a circa 65% dello spessore della bramma sottile colata almeno in funzione dello spessore, della larghezza e del tipo di materiale del prodotto piano finito, e la fase di laminazione esegue una riduzione dello spessore della bramma sottile fino ad uno spessore compreso tra circa 1,2 mm e circa 20 mm effettuando al più tre doppi passaggi di laminazione. In alcune forme di esecuzione del procedimento, la riduzione adattativa di spessore è compresa tra circa 30% e circa 65%.

In alcune forme di esecuzione del presente trovato, la fase di colata è effettuata ad una velocità compresa tra circa 5 m/min e 7 m/min di una bramma sottile con spessore costante in uscita dalla colata minore od uguale a circa 130 mm, e con spessore compreso tra 60 mm e 80 mm dopo la soft-reduction se prevista, e la fase di formatura, o sbazzatura effettua una riduzione adattativa di spessore della bramma sottile fino ad uno spessore compreso tra circa 30 mm e circa 80 mm, in alcune forme di realizzazione tra circa 35 mm e circa 75 mm. In alcune forme di esecuzione del procedimento, lo spessore del prodotto colato in uscita dalla colata è compreso tra circa 30 mm e circa 130 mm. In ulteriori forme di esecuzione, lo spessore in uscita dalla colata è compreso tra circa 50 mm e circa 100 mm.

In forme di esecuzione del procedimento del presente trovato, nel primo doppio passaggio di laminazione è prevista una prima riduzione dello spessore compresa tra circa 30% e 40%.

In forme esecutive del presente trovato, nel primo doppio passaggio è prevista una seconda riduzione dello spessore compresa tra circa 30% e 52%.

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

Ulteriormente, in alcune forme esecutive, nel secondo doppio passaggio di laminazione è prevista una prima riduzione dello spessore compresa tra circa 28% e 50%.

5 In alcune forme di esecuzione del procedimento del presente trovato, nel secondo doppio passaggio è prevista una seconda riduzione dello spessore compresa tra circa 28% e 50%.

Ulteriormente, in forme esecutive, nel terzo doppio passaggio di laminazione è prevista una prima riduzione dello spessore compresa tra circa 24% e 39%.

10 In forme esecutive del presente trovato, nel terzo doppio passaggio è prevista una seconda riduzione dello spessore compresa tra circa 20% e 25%.

Le percentuali indicate si riferiscono alla riduzione espressa in termini percentuali dello spessore della bramma sottile alimentata al doppio passaggio che viene eseguito di volta in volta.

15 La disposizione della gabbia sbizzatrice o di formatura direttamente collegata in presa subito a valle della colata consente di alimentare detto gruppo di laminazione reversibile Steckel con una bramma a spessore variabile, a seconda dello spessore finale e della larghezza del nastro e del tipo di acciaio, al fine di ottenere il prodotto finito al massimo con tre doppi passaggi di laminazione. Di conseguenza, la gabbia sbizzatrice fa sì che lo spessore della bramma in ingresso al gruppo di laminazione
20 reversibile sia sempre quello ideale senza dover modificare lo spessore della bramma colata, stabilizzando così il processo di colata.

In alcune forme di realizzazione, per acciai sensibili alle cricche ai bordi, per i quali l'azione di laminazione della gabbia di formatura, o sbizzatrice, subito a valle della colata potrebbe esaltare la formazione delle cricche stesse, il presente trovato
25 prevede vantaggiosamente di adottare un opportuno sistema di raffreddamento

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

secondario a valle del cristallizzatore, che mantenga "caldi" i bordi della bramma.

Altro vantaggio di tale disposizione della gabbia sbizzatrice è che, considerato un determinato lay-out della linea ed a parità di produttività oraria e di spessore della bramma in uscita dal gruppo di mantenimento ed omogeneizzazione di temperatura, consente di colare a una velocità minore, e quindi in maniera più stabile e tranquilla per la colata, con minori rischi di malfunzionamenti in colata, quali "breakout" e "sticking".

Oppure, sempre considerato un determinato lay-out della linea ed a parità di velocità di colata e di spessore della bramma in uscita dal gruppo di mantenimento ed omogeneizzazione di temperatura, tale disposizione della gabbia sbizzatrice consente di colare una bramma più spessa e quindi di aumentare la produttività della macchina di colata.

In alcune forme di realizzazione, la linea del presente trovato comprende almeno un'unità di riscaldamento rapido del materiale colato, ad esempio un forno ad induzione, disposta tra la macchina di colata ed il gruppo di laminazione. Ad esempio, tale unità di riscaldamento rapido può essere a monte della gabbia sbizzatrice, oppure tra la gabbia sbizzatrice ed il gruppo di mantenimento ed omogeneizzazione della temperatura, oppure ancora a valle di quest'ultimo, prima del gruppo di laminazione.

In forme realizzative, la linea comprende un primo discagliatore a monte della gabbia di formatura, o gabbia sbizzatrice.

In ulteriori forme realizzative, la linea del presente trovato comprende un secondo discagliatore a valle del gruppo di mantenimento ed omogeneizzazione di temperatura.

Inoltre, in alcune forme di realizzazione, la linea del presente trovato comprende un gruppo di taglio a misura, disposto a valle della colata, prima della gabbia di formatura, o gabbia sbizzatrice.

Ulteriormente, in accordo con forme di realizzazione del presente trovato, la linea comprende, a valle del gruppo di laminazione, un gruppo di raffreddamento ed una o più unità di avvolgimento del prodotto finale.

5 Grazie alla bramma sottile prodotta dalla colata continua e alla successiva modulazione dello spessore nella gabbia sbozzatrice subito a valle, si può alimentare la doppia gabbia Steckel, anziché con una bramma convenzionale, con una sottile e adattativa e di conseguenza il numero totale di passaggi nella gabbia cala mediamente di 4-8 volte, con conseguente aumento di produttività del laminatoio e qualità del nastro finale sia per superficie che per tolleranze grazie alla riduzione di variazione di
10 temperatura tra testa/coda e la parte centrale del nastro e minor usura dei cilindri di lavoro.

Il presente trovato, oltre che permettere un risparmio energetico, aumenta la produttività del +24%, circa, rispetto ad un processo convenzionale con bramma spessa.

15

ILLUSTRAZIONE DEI DISEGNI

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

- la fig. 1 rappresenta in modo schematico una forma di realizzazione di una linea
20 di laminazione dello stato della tecnica per bramme spesse;
- la fig. 2 rappresenta in modo schematico una forma di realizzazione di una linea di laminazione dello stato della tecnica per bramme sottili;
- la fig. 3 rappresenta in modo schematico una forma di realizzazione di una linea di laminazione secondo il presente trovato;
- 25 - la fig. 4 illustra una tabella 5 in cui si riportano i risultati di un confronto di

produttività tra le linee di laminazione della tecnica nota delle figg. 1 e 2 e la linea di laminazione di fig. 3 del presente trovato.

DESCRIZIONE DI UNA FORMA PREFERENZIALE DI REALIZZAZIONE

Con riferimento alle figure allegate, la fig. 1 rappresenta una linea di laminazione 50 dello stato della tecnica per bramme spesse. Tale linea di laminazione 50 comprende uno o più forni di riscaldamento 51 del tipo ad avanzamento a passo, un discagliatore 52 ad acqua ad alta pressione, una cesoia troncatrice 53, un treno di laminazione reversibile 54 Steckel a doppia gabbia provvisto di refoletrice 55 per i bordi, un gruppo di raffreddamento 56 del tipo a doccia laminare ed un'unità di avvolgimento 57. In tale linea di laminazione 50, viene effettuato un processo con spessore di bramma standard mediante uno o due passaggi di inversione. La linea di laminazione 50 parte da bramma spessa con spessore di 220 mm, larghezza di 800 - 160 mm, lunghezza massima di 11,6 m, peso massimo della bramma di 30 ton, per produrre coils, o bobine, con spessore di 1,6 - 20 mm, larghezza da 800 a 1600 mm e peso specifico di circa 20 kg/mm.

La fig. 2 rappresenta una linea di laminazione 60 dello stato della tecnica per la produzione di bramme sottili. Tale linea di laminazione 60 comprende una macchina di colata 61 per bramme sottili, un discagliatore rotante 62, una cesoia a pendolo 63, un forno a tunnel 64, un discagliatore 65 del tipo ad acqua in pressione, un treno di laminazione reversibile 66 Steckel a doppia gabbia, un gruppo di raffreddamento 67 del tipo a doccia laminare ed un'unità di avvolgimento 68. In tale linea di laminazione 60, lo spessore della bramma in ingresso allo Steckel è lo stesso spessore della bramma colata. La linea di laminazione 60 parte da brama spessa con spessore di 50 oppure di 70 mm, larghezza di 800 - 160 mm, lunghezza massima di 51,3 m, peso massimo della bramma di 30 ton, per produrre coils, o bobine, con spessore da 1,4 -

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

1,6 a 20 mm, larghezza da 800 a 1600 mm e peso specifico di circa 20 kg/mm.

La fig. 3 rappresenta una linea di laminazione 10 secondo il presente trovato per la produzione di prodotti piani laminati, ad esempio nastri/lamiere 111, che comprende una macchina 12 per la colata continua, che produce nella fattispecie una bramma 11 sottile. La macchina 12 è, nella fattispecie, del tipo a invaso passante avente spessore dei lati stretti in uscita selezionato in un intervallo da circa 30 mm a circa 130 mm e consente una colabilità su vasta gamma di acciai. In modo tradizionale, la macchina 12 prevede una siviera 13, una paniera 15 ed un cristallizzatore 17.

In forme di realizzazione, la macchina 12 è adatta a colare una bramma 11 sottile con spessore, riferito ai lati stretti, minore od uguale a circa 130 mm, ad esempio da circa 30 mm a circa 130 mm, all'uscita della colata, ovvero direttamente dal cristallizzatore 17 o dalla "dynamic soft reduction" se prevista, come spiegato in seguito. La sezione di uscita del cristallizzatore 17 può essere con i lati larghi dritti e paralleli, oppure sagomati, ad esempio concavo-convessi oppure lenticolari, mentre i lati stretti possono essere dritti e paralleli oppure bombati, ad esempio concavi.

In alcune forme realizzative, nel tragitto curvo mostrato nei disegni all'uscita dal 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 alcune forme di realizzazione, lo spessore ottenuto con la riduzione a cuore liquido, partendo ad esempio da uno spessore in uscita del cristallizzatore da 30 mm a 130 mm, è compreso tra 60 mm e 80 mm.

Nel caso in cui detta operazione di soft-reduction non venga effettuata, è il cristallizzatore stesso a fornire direttamente lo spessore finale compreso ad esempio tra 60 mm e 80 mm della bramma uscente dalla macchina di colata continua.

In particolare, secondo il presente trovato la linea di laminazione 10 della fig. 3

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

parte da una bramma sottile che viene colata con spessore costante, all'uscita del cristallizzatore, scelto in un intervallo tra circa 30 mm e circa 130 mm. In forme di realizzazione esemplificative, lo spessore della bramma sottile all'uscita della macchina di colata, considerato direttamente all'uscita del cristallizzatore 17 oppure
5 della "dynamic soft reduction se prevista", è di circa 70 mm.

In forme di realizzazione, la bramma sottile che viene colata ha larghezza di 800 - 1600 mm, lunghezza massima di 73,3 m e peso massimo della bramma di 30 ton.

La linea di laminazione 10 del presente trovato è configurata complessivamente per produrre coils, o bobine, con spessore da circa 1,2 - 1,6 mm a circa 20 mm. In
10 forme di realizzazione, tali bobine hanno larghezza da 800 a 1600 mm e peso specifico di circa 20 kg/mm.

Normalmente, la velocità di colata della bramma 11 va da 3 a 12 m/min. Nel caso del presente trovato, la velocità di colata della linea di laminazione 10 è vantaggiosamente mantenuta ad un valore stabile compreso tra circa 5 m/min e circa 7
15 m/min, ad esempio circa 5,4 m/min.

La direzione e verso di avanzamento principale del prodotto colato e laminato lungo la linea di laminazione 10 del presente trovato è indicata nelle figure allegate dalla freccia F.

In alcune forme di realizzazione, se il processo lo prevede, la bramma sottile 11, dopo il cristallizzatore 17, viene inviata ad un primo gruppo di taglio 14 mediante il
20 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.

In alcune forme di realizzazione, il primo gruppo di taglio 14 può comprendere una
25 cesoia pendolare. In altre forme di realizzazione, il primo gruppo di taglio 14 può

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

comprendere una o più lance di taglio ad ossigeno, a seconda dello spessore della
bramma 11 colata.

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
5 rotolo, di nastro finale o della lamiera, tipicamente segmenti lunghi 30 - 75 metri.

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".

Il primo gruppo di taglio 14 è, inoltre, predisposto per il taglio di emergenza
10 rottame in segmenti di lunghezza tra 200 e 450 mm e per lo scarico degli stessi,
oppure per il taglio a misura in segmenti corti di 3 - 4 metri nel corso di un ciclo di
emergenza, in coordinazione con una velocità di emergenza della macchina 12 di
colata.

In forme di realizzazione, a monte del gruppo di taglio 14, dopo la colata, può
15 essere previsto un primo discagliatore 16. In forme di realizzazione, il primo
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 In modo tradizionale, a valle del primo gruppo di taglio 14 lungo la linea di
laminazione 10 è disposto un gruppo di mantenimento ed omogeneizzazione della
temperatura, nella fattispecie un forno a tunnel 18.

Il forno a tunnel 18 ha almeno il compito di mantenere la temperatura della
bramma 11 ed è possibilmente riscaldato e/o isolato per evitare o ridurre cali di
25 temperatura del materiale, omogeneizzando la temperatura della bramma 11.

In forme di realizzazione, all'interno del forno a tunnel la temperatura rimane al di sotto di una certa soglia, per esempio circa 1.150 °C - 1.180 °C, in modo che i rulli di trasporto non debbano essere raffreddati ad acqua e quindi si possano utilizzare "rulli a secco". Così facendo si riducono le dispersioni termiche della bramma per conduzione
5 attraverso i rulli, e quindi si risparmia energia, e si riduce la manutenzione necessaria.

Secondo il presente trovato, immediatamente a valle della macchina 12 di colata ed a monte del gruppo di mantenimento ed omogeneizzazione della temperatura, nel caso di specie del forno a tunnel 18, è prevista, inoltre, una gabbia sbozzatrice 20. In alcune forme di realizzazione, può essere prevista una pluralità di gabbie sbozzatrici 20 poste
10 in serie. Tipicamente, in alcune forme realizzative, ciascuna gabbia sbozzatrice 20 è una gabbia quarto.

Secondo il presente trovato, il diametro di lavoro dei rulli della gabbia sbozzatrice 20 è compreso tra 650 mm e 750 mm, preferibilmente tra 675 mm e 725 mm, ad esempio circa 700 mm. La lunghezza dei rulli è di circa 1500 - 1800 mm, ad esempio
15 circa 1750 quando il diametro è 700 mm.

Inoltre, in alcune forme di realizzazione la forza di separazione della gabbia sbozzatrice 20 è di circa 3200 ton (32000 kN).

Ulteriormente, in alcune forme di realizzazione la potenza nominale del motore della gabbia sbozzatrice 20 è di 1200 kW, con valori di velocità a regime di 100-200
20 rpm.

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

La gabbia sbozzatrice 20 ha la funzione di ridurre in modo adattativo lo spessore della bramma 11 a cuore solidificato, ancora molto caldo, subito in uscita dalla
25 macchina 12 di colata. Secondo il presente trovato si ottengono riduzioni adattative

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

inferiori a circa 65%, ad esempio comprese tra circa 30% e circa 65%, dello spessore iniziale. In alcune forme di realizzazione, la gabbia sbizzatrice 20 riduce lo spessore della bramma 11 fino a circa 30 – 80 mm. In ulteriori forme realizzative, tale riduzione arriva fino a circa 35 – 75 mm.

5 L'azione di riduzione dello spessore della bramma 11 da parte della gabbia sbizzatrice 20 determina un aumento della velocità di avanzamento della bramma 11 stessa in uscita dalla gabbia sbizzatrice 20, che generalmente può essere al massimo pari al doppio della velocità di colata.

Vantaggio principale di tale disposizione della gabbia sbizzatrice 20 è che si
10 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.

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

A valle del forno a tunnel 18, la linea di laminazione 10 prevede un treno di laminazione 22.

20 Secondo il presente trovato, il treno di laminazione, 22 è del tipo reversibile, a doppia gabbia.

In particolare, si adotta la soluzione di un treno di laminazione 22 di tipo Steckel 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
25 rispettive unità di traino 27a, 27b.

Il diametro di lavoro dei rulli di ciascuna gabbia Steckel 23a, 23b è di circa 740 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.

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

In particolare, con tale soluzione, nella produzione tipica di nastro e/o lamiera 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 10 30% e 40%) e 23b (seconda riduzione di spessore del primo doppio passaggio compresa tra circa 30% e 52%), 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.

In seguito, la direzione del nastro/lamiera è invertita, per un secondo passaggio di 15 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.

Se si produce nastro, il nastro che esce dalla prima gabbia 23a è avvolto sul primo 20 aspo avvolgitore/svolgitore 25a.

Se si produce lamiera, gli avvolgitori/svolgitori 25a e 25b sono esclusi dal processo e l'intera lunghezza della lamiera è fatta passare da un lato all'altro del treno di laminazione 22.

Infine, la direzione di alimentazione è invertita una terza volta per un terzo 25 passaggio di laminazione attraverso le gabbie 23a (prima riduzione di spessore del

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

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.

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
5 passaggi, in accordo con lo spessore finale voluto del nastro 111, vantaggiosamente da circa 20 mm a circa 1,2 mm o anche meno.

Secondo una forma di realizzazione del presente trovato la linea di laminazione 10 può comprendere, tra la macchina 12 di colata ed il treno di laminazione 22, almeno
10 un'unità di riscaldamento rapido, ad esempio un forno ad induzione, non rappresentata nei disegni.

In alcune forme realizzative, non appena la bramma 11 lascia il forno a tunnel 18, viene sottoposta a discagliatura mediante un secondo discagliatore 30 ad alta velocità ed in seguito passa al treno di laminazione 22.

15 In forme di realizzazione, il secondo discagliatore 30 è del tipo con ugelli statici, ed opera ad altissima pressione, che può raggiungere i 400 bar.

In alcune modalità di funzionamento del trovato, in caso di fermata del treno di laminazione 22 per emergenza (ad esempio incaglio), o fermata programmata (ad esempio cambio cilindri), il forno a tunnel 18 è conformato per consentire di
20 accumulare alcuni segmenti di bramma prelaminata ("transfer-bar") al suo interno senza fermare la macchina di colata, fungendo quindi da polmone, per poi immetterli nuovamente nella linea di laminazione 10 alla ripartenza del treno di laminazione 22. Il tempo di residenza (buffer time) nel polmone costituito dal forno a tunnel 18 è di almeno 8 minuti alla massima velocità di colata o più rallentando opportunamente la
25 colata.

Inoltre, la linea di laminazione 10 include, successivamente al treno di laminazione 22, una via a rulli di uscita del nastro/lamiera 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.

- 5 A valle del gruppo di raffreddamento 24 la linea di laminazione 10 comprende almeno un'unità di avvolgimento 26, ad esempio formata da uno o più aspi avvolgitori ("down coiler"), del nastro/lamiera 111 prodotto nelle successive lavorazioni, per produrre le bobine di nastro, o "coils".

ESEMPI COMPARATIVI

- 10 Ai fini di dimostrare che la linea di laminazione 10 del presente trovato consente un aumento della produttività, anche del 24%, si riportano di seguito alcuni esempi comparativi con le linee di laminazione 50, 60 dello stato della tecnica.

- 15 Ai fini del confronto delle produttività tipiche, si sono considerati alcuni programmi di laminazione rappresentativi (tabella 1).

Numero	Tipo di acciaio	Spessore del nastro [mm]	Larghezza del nastro [mm]
01DAT	Basso tenore di carbonio	1,6	1200
02DAT	Basso tenore di carbonio	2,0	1100
03DAT	Medio tenore di carbonio	4,0	1500
04DAT	Alto tenore di carbonio	8,0	1300

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

	carbonio		
--	----------	--	--

Si assume un mix di prodotto con le seguenti proprietà medie:

- spessore medio del nastro: 3,8 mm;
- larghezza media del nastro: 1270 mm;
- peso specifico del nastro: 18 kg/mm.

- 5 Inoltre, il seguente programma di laminazione (tabella 2) limite è stato calcolato per la via di laminazione che parte da bramma sottile (linea di laminazione 60, fig. 2 e linea di laminazione 10, fig. 3).

Tabella 1			
Numero	Tipo di acciaio	Spessore del nastro	Larghezza del nastro
		[mm]	[mm]
00DAT	Basso tenore di carbonio	1,4	1200

- D'ora in avanti per "spessore di bramma colata" si intende lo spessore della bramma come uscente dalla macchina di colata continua, a seguito oppure no, dell'operazione di soft-reduction.
- 10

Per la linea di laminazione 10 del presente trovato (fig. 3), si assume esemplificativamente uno spessore di bramma colata di 70 mm, con la possibilità di una sua riduzione a cuore caldo subito a valle della colata, grazie alla gabbia sbozzatrice 20, fino a circa 35 mm.

- 15 Per la linea di laminazione 60 a bramma sottile, ai fini di indagare l'impatto sulla produttività dello spessore della bramma, si sono considerati due differenti spessori costanti di bramma colata, rispettivamente di 50 mm e di 70 mm.

Come risultato, si sono calcolati i programmi di laminazione per i seguenti

quattro processi riassunti nella tabella 3.

Tabella 3		
	Layout	Spessore della bramma [mm]
CASO A	Linea di laminazione 50, fig. 1	220
CASO B	Linea di laminazione 10 del presente trovato, fig. 3	Bramma colata: 70 mm Spessore della bramma ridotto in modo adattativo fino a 35 mm
CASO C	Linea di laminazione 60, fig. 2	70
CASO D	Linea di laminazione 60, fig. 2	35

La tabella 4 riassume alcuni parametri di laminazione significativi di funzionamento del treno di laminazione 22 reversibile di tipo Steckel per il CASO B, per ciascuno dei cinque programmi di laminazione 01DAT, 02DAT, 03DAT, 5 04DAT e 00DAT. Il CASO B prevede l'esecuzione di tre doppi passaggi di laminazione nello Steckel doppio, indicati con RF1-1 (prima riduzione del primo passaggio), RF2-1 (seconda riduzione del primo passaggio), RF2-2 (prima riduzione del secondo passaggio), RF1-2 (seconda riduzione del secondo passaggio), RF1-3 (prima riduzione del terzo passaggio), RF2-3 (seconda riduzione del terzo passaggio). In tutti i casi lo spessore della bramma sottile intermedia che 10 viene alimentata allo Steckel è di 40 mm, ad eccezione del programma di laminazione 04DAT, in cui lo spessore è di 50 mm.

Tabella 4							
Nome passaggio di laminazione	Spessore [mm]	Forza [mtons]			Coppia [kg-m]		
		Testa	Centro	Coda	Testa	Centro	Coda
01DAT							

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

RF1-1	23,5	1887	1883	1881	154076	153578	153576
RF2-1	11,8	2293	2265	2283	150465	148661	149825
RF2-2	6,0	2499	2321	2424	111318	103422	107975
RF1-2	3,25	2613	2260	2515	77154	66776	74247
RF1-3	2,1	2437	1961	2142	43908	35380	38624
RF2-3	1,6	1871	1474	1590	21691	17296	18581
02DAT							
RF1-1	23,0	1850	1845	1846	153140	152720	152757
RF2-1	12,5	1956	1936	1951	121965	120739	121641
RF2-2	6,9	2053	1940	2019	90221	85277	88728
RF1-2	4,0	2098	1863	2043	64385	57183	62697
RF1-3	2,7	1875	1551	1680	36952	30612	33129
RF2-3	2,0	1681	1358	1456	24055	19626	20972
03DAT							
RF1-1	27,0	2173	2173	2172	163656	163681	163636
RF2-1	16,2	2638	2638	2644	165999	166023	166357
RF2-2	11,0	2130	2079	2111	91772	89592	90944
RF1-2	7,5	2198	2071	2160	75829	71459	74502
74502	5,4	2098	1925	2002	54890	50378	52378
RF2-3	4,0	2075	1894	1961	45024	41285	42666
04DAT							
RF1-1	35,0	1961	1962	1959	165537	165599	165391
RF2-1	24,8	1842	1843	1841	117569	117612	117468
RF2-2	18,0	1798	1797	1804	92830	92772	93114

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

RF1-2	13,0	1832	1792	1826	78101	76411	77846
RF1-3	10,0	1563	1536	1562	50429	49563	50399
RF2-3	8,0	1401	1380	1401	38264	37708	38245
00DAT							
RF1-1	23,1	1900	1895	1897	156695	156320	156443
RF2-1	11,6	2251	2221	2244	146281	144317	145820
RF2-2	5,9	2494	2296	2405	110048	101331	106132
RF1-2	3,0	2874	2457	2753	86857	74307	83200
RF1-3	1,85	2785	2200	2415	49451	39136	42933
RF2-3	1,4	2052	1582	1713	21584	17051	18389

La fig. 4 illustra una tabella 5 in cui si riportano i risultati di confronto di produttività per le varie configurazioni.

Il confronto tra le varie configurazioni viene effettuato assumendo il CASO A come caso di riferimento che ottiene una produzione annua di 1,2 Mtpy. Nel CASO A, i prodotti laminati hanno richiesto sette doppi passaggi o dove possibile, due passaggi singoli e cinque passaggi doppi, comunque un numero elevato e dispendioso.

Il CASO B, che esemplifica la linea ed il procedimento di laminazione del presente trovato, ha permesso un guadagno della produttività del laminatoio in confronto al CASO A, di circa il 24%, ottenendo 1,5 Mtpy. Grazie alla riduzione di spessore con la gabbia sbazzatrice 20 direttamente collegata in presa all'uscita della macchina 12 di colata, è possibile di volta in volta impostare, per il treno di laminazione 22 Steckel, un appropriato spessore della bramma anche in funzione del tipo di acciaio che può essere laminato sempre entro tre doppi passaggi. Nel

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

CASO B lo spessore della bramma colata è mantenuto costante a 70 mm, avendo benefici nella stabilità dell'operazione di colata continua e nella qualità dell'acciaio, mentre la gabbia sbizzatrice 20 adatta lo spessore colato a un valore ottimale per il laminatoio compreso tra 35 e 70 mm. In questo caso, è richiesta una
5 velocità di colata media di 5,4 m/min per soddisfare la produzione.

Il CASO C è relativo ad uno spessore costante di bramma colata di 70 mm. Questa configurazione non presenta alcun miglioramento di produzione confrontato con la via che parte da bramma spessa. In questo CASO C, non è possibile completare il processo di laminazione all'interno di tre doppi passaggi,
10 ma allo stesso tempo possono essere eccessivi. Inoltre, la limitazione della velocità di scarico del forno, accoppiata al vincolo dei passaggi inversi di avvolgimento non consente un programma ottimale di passaggi. La velocità media di colata, abbinata a questa velocità di produzione, è circa 4,4 m/min nel CASO C.

Il CASO D è relativo ad uno spessore costante di bramma colata di 50 mm.
15 Questa configurazione permette un guadagno di circa il 15% in confronto al CASO A, con una produzione annua di circa 1,4 Mtpy. Con questo spessore di bramma colata, in accordo con lo spessore finale del nastro, è possibile completare la laminazione entro tre doppi passaggi, oppure con due passaggi singoli seguiti da tre passaggi doppi. Al contrario, tuttavia, tale configurazione richiede un'elevata
20 velocità di colata, in media di 7,0 m/min, avendo di conseguenza condizioni di lavoro più stressate.

Sia per la via a partire da bramma grossa (CASO A), sia per la via a partire dalla bramma sottile (CASO B, C e D), non si sono riscontrate differenze significative nella temperatura media del corpo del nastro. La non omogeneità tra
25 corpo caldo e teste e code fredde è generata durante gli ultimi passaggi di

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

laminazione quando il materiale è sottile e la barra è lunga.

Nel processo a bramma sottile, la temperatura del corpo è costante per una parte della lunghezza della dramma più lunga, grazie al processo di avvolgimento dopo il primo doppio passaggio, mantenendo l'uniformità della temperatura in uscita dal
5 forno a tunnel.

Si nota inoltre che il processo a bramma sottile consente di ottenere uno spessore più sottile rispetto al processo con bramma spessa, ad esempio fino a spessore di circa 1,4 mm. Un motivo per tale risultato si può trovare in una condizione di laminazione più stabile che permette un miglior controllo dei
10 parametri geometrici. Ciò grazie ad un minor numero di passaggi richiesti, con un carico medio specifico di laminazione ridotto.

Quando il numero di passaggi è minimizzato, come nel CASO B del presente trovato, la temperatura media di laminazione è più alta e più costante, permettendo una fase di laminazione più dolce.

15 In definitiva, il CASO B del presente trovato consente il maggiore incremento della produttività, di circa il 25%, in confronto al processo con bramma spessa. Inoltre, il CASO B, rispetto al processo con bramma sottile (CASO C e CASO D), grazie alla sbozzatura subito dopo la colata, permette uno spessore fatto su misura per le condizioni operative ottimali dello Steckel (35-70 mm) e, dall'altro lato,
20 consente le condizioni di lavoro più stabili per la colata con lo spessore di 70 mm. Il CASO D, in particolare, in confronto, pur dando un discreto aumento della produttività (15%), crea condizioni di lavoro molto più stressate. Il CASO C non introduce alcun beneficio nel processo in termini di produttività, a causa di una distribuzione dei passaggi di laminazione non favorevole.

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

RIVENDICAZIONI

1. Linea di laminazione per la produzione di prodotti piani (111) comprendente una macchina (12) di colata adatta a colare in continuo una bramma (11) sottile, un gruppo di mantenimento ed omogeneizzazione di temperatura (18), un gruppo di laminazione (22) comprendente almeno una doppia gabbia di laminazione (23a, 23b) del tipo reversibile Steckel a valle del gruppo di mantenimento ed omogeneizzazione di temperatura (18), almeno una gabbia di formatura, o gabbia sbozzatrice, (20) direttamente collegata in presa subito all'uscita della macchina (12) di colata ed a monte del gruppo di mantenimento ed omogeneizzazione di temperatura (18), e adatta a ridurre lo spessore della bramma (11) appena solidificata, **caratterizzata dal fatto** che detta gabbia di formatura, o gabbia sbozzatrice, (20) è configurata per realizzare una riduzione adattativa dello spessore della bramma (11) colata minore od uguale a circa 65% almeno in funzione dello spessore, della larghezza e del tipo di materiale del prodotto piano finito, e che il gruppo di laminazione (22) è configurato per eseguire una riduzione di spessore della bramma (11) sottile proveniente dal gruppo di mantenimento ed omogeneizzazione di temperatura (18) fino ad uno spessore compreso tra circa 1,2 mm e circa 20 mm mediante al più tre doppi passaggi di laminazione attraverso la doppia gabbia di laminazione (23a, 23b).
2. Linea come nella rivendicazione 1, **caratterizzata dal fatto che** la macchina (12) di colata è predisposta per effettuare una colata ad una velocità di colata media compresa tra circa 5 m/min e 7 m/min di una bramma (11) sottile con spessore costante minore od uguale a circa 130 mm e che la gabbia di formatura, o gabbia sbozzatrice, (20) è adatta ad eseguire una riduzione adattativa di spessore della bramma (11) sottile fino ad uno spessore compreso tra circa 30 mm e circa 80 mm.
3. Linea come nella rivendicazione 1 o 2, **caratterizzata dal fatto che** il diametro di

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

ciascuno dei rulli di laminazione della gabbia di formatura, o gabbia sbozzatrice, (20) è compreso tra circa 650 mm e circa 750 mm.

4. Linea come nella rivendicazione 1 o 2, **caratterizzata dal fatto che** il gruppo di mantenimento ed omogeneizzazione di temperatura (18) comprende un forno a tunnel
5 di lunghezza dimensionata per consentire, durante le fermate del gruppo di laminazione (22), di accumulare al proprio interno alcune bramme (11) sottili per almeno 8 minuti alla massima velocità di colata.
5. Linea come in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzata dal fatto che** le gabbie di laminazione che costituiscono l'una o più gabbie di formatura, o
10 gabbie sbozzatrici (20) sono del tipo gabbie a quarto.
6. Linea come in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzata dal fatto che** comprende almeno un'unità di riscaldamento rapido del materiale colato disposta tra la macchina (12) di colata ed il gruppo di laminazione (22).
7. Linea come in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzata dal fatto che** comprende un gruppo di taglio (14) a misura, disposto a valle della colata,
15 prima della gabbia di formatura, o gabbia sbozzatrice (20).
8. Linea come in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzata dal fatto che** comprende, a valle del gruppo di laminazione (22), un gruppo di raffreddamento (24) ed una o più unità di avvolgimento (26) del prodotto finale.
- 20 9. Procedimento di laminazione per la produzione di prodotti piani (111) comprendente una fase di colata in continuo di una bramma (11), una fase di mantenimento ed omogeneizzazione di temperatura, una fase di laminazione di tipo reversibile successiva alla fase di mantenimento ed omogeneizzazione di temperatura, una fase di formatura, o sbazzatura, adatta a ridurre lo spessore della bramma (11)
25 appena solidificata effettuata immediatamente dopo la fase di colata e prima della fase

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

di mantenimento ed omogeneizzazione di temperatura, **caratterizzato dal fatto che** la fase di formatura, o sbazzatura, esegue una riduzione adattativa dello spessore della bramma (11) colata minore od uguale a circa 65%, almeno in funzione dello spessore, della larghezza e del tipo di materiale del prodotto piano finito, e che la fase di
5 laminazione esegue una riduzione dello spessore della bramma (11) sottile fino ad uno spessore compreso tra circa 1,2 mm e circa 20 mm effettuando al più tre doppi passaggi di laminazione.

10. Procedimento come nella rivendicazione 9, **caratterizzato dal fatto che** la fase di colata è effettuata ad una velocità compresa tra circa 5 m/min e 7 m/min di una
10 bramma sottile con spessore costante minore od uguale a circa 130 mm, e che la fase di formatura, o sbazzatura esegue una riduzione adattativa di spessore della bramma (11) sottile fino ad uno spessore compreso tra circa 30 mm e circa 80 mm.

11. Procedimento come nella rivendicazione 9 o 10, **caratterizzato dal fatto che** nel primo doppio passaggio di laminazione è prevista una prima riduzione dello spessore
15 compresa tra circa 30% e 40%.

12. Procedimento come nella rivendicazione 9, 10 o 11, **caratterizzato dal fatto che** nel primo doppio passaggio di laminazione è prevista una seconda riduzione dello spessore compresa tra circa 30% e 52%.

13. Procedimento come in una qualsiasi delle rivendicazioni da 9 a 12, **caratterizzato**
20 **dal fatto che** nel secondo doppio passaggio di laminazione è prevista una prima riduzione dello spessore compresa tra circa 28% e 50%.

14. Procedimento come in una qualsiasi delle rivendicazioni da 9 a 13, **caratterizzato**
dal fatto che nel secondo doppio passaggio di laminazione è prevista una seconda riduzione dello spessore compresa tra circa 28% e 50%.

25 15. Procedimento come in una qualsiasi delle rivendicazioni da 9 a 14, **caratterizzato**

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

dal fatto che nel terzo doppio passaggio di laminazione è prevista una prima riduzione dello spessore compresa tra circa 24% e 39%.

16.Procedimento come in una qualsiasi delle rivendicazioni da 9 a 15, **caratterizzato dal fatto che** nel terzo doppio passaggio di laminazione è prevista una seconda riduzione dello spessore compresa tra circa 20% e 25%.

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

LF 14.06.2010

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

CLAIMS

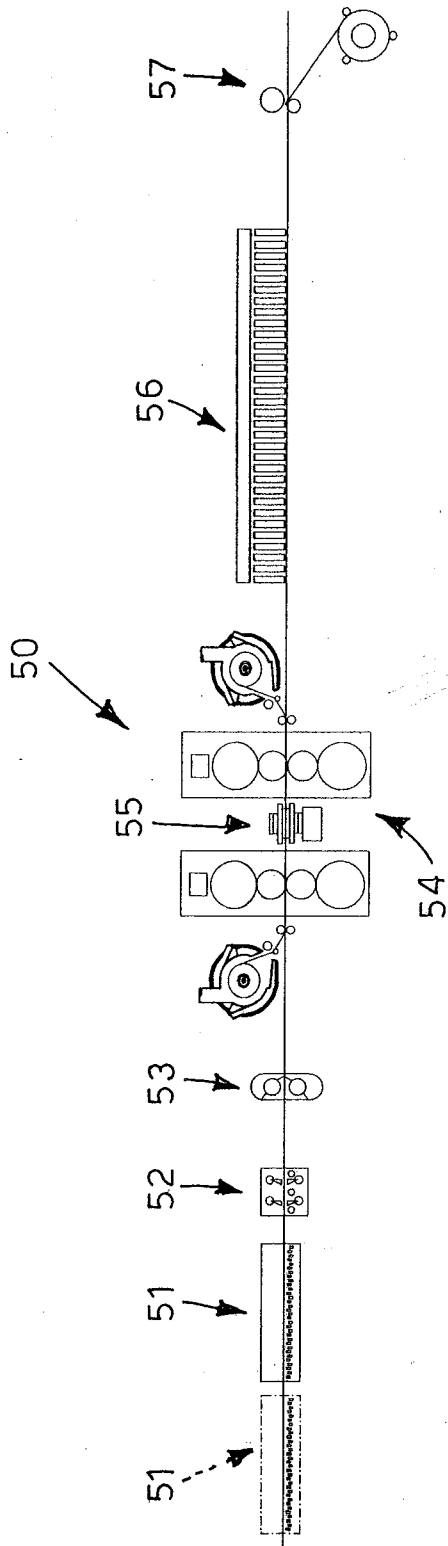
1. Rolling line for the production of flat products (111) comprising a casting machine (12) suitable to continuously cast a thin slab (11), a temperature maintenance and homogenization unit (18), a rolling unit (22) comprising at least a
5 double rolling stand (23a, 23b) of the Steckel reversing type downstream of the temperature maintenance and homogenization unit (18), at least a forming stand or roughing stand (20), directly connected immediately to the exit of the casting machine (12) and upstream of the temperature maintenance and homogenization unit (18), and suitable to reduce the thickness of the slab (11) just solidified,
10 **characterized in that** the forming stand or roughing stand (20) is configured to perform an adaptive reduction of the thickness of the cast slab (11) smaller than or equal to about 65% at least as a function of the thickness, width and type of material of the finished flat product, and **in that** the rolling unit (22) is configured to perform a reduction of the thin slab (11) coming from the temperature maintenance and
15 homogenization unit (18) to a thickness comprised between about 1.2 mm and about 20 mm by means of at most three double rolling passes through the double rolling stand (23a, 23b).
2. Line as in claim 1, **characterized in that** the casting machine (12) is suitable to cast, at an average casting speed comprised between about 5 m/min and 7 m/min, a
20 thin slab (11) with a constant thickness smaller than or equal to about 130 mm, and **in that** the forming stand or roughing stand (20) is suitable to perform an adaptive reduction of the thickness of the cast slab (11) to a thickness comprised between about 30 mm and about 80 mm.
3. Line as in claim 1 or 2, **characterized in that** the diameter of each of the rolling
25 rolls of the forming stand or roughing stand (20) is comprised between about 650

mm and about 750 mm.

4. Line as in claim 1 or 2, **characterized in that** the temperature maintenance and homogenization unit (18) comprises a tunnel furnace of a length sized to allow, during the stoppages of the rolling unit (22), to accumulate inside it some thin slabs
- 5 (11) for at least 8 minutes at the maximum casting speed.
5. Line as in any claim hereinbefore, **characterized in that** the rolling stands which constitute one or more forming stands or roughing stands (20) are of the four-high stand type.
6. Line as in any claim hereinbefore, **characterized in that** it comprises at least a
- 10 rapid heating unit of the cast material disposed between the casting machine (12) and the rolling unit (22).
7. Line as in any claim hereinbefore, **characterized in that** it comprises a shearing to size unit (14), disposed downstream of the casting, before the forming or roughing stand (20).
- 15 8. Line as in any claim hereinbefore, **characterized in that**, downstream of the rolling unit (22), it comprises a cooling unit (24) and one or more winding units (26) of the final product.
9. Rolling method for the production of flat products (111) comprising a continuous casting step of a slab (11), a temperature maintenance and homogenization step, a
- 20 rolling step of the reversing type subsequent to the temperature maintenance and homogenization step, a forming or roughing step, suitable to reduce the thickness of the slab (11) just solidified, performed immediately after the casting step and before the temperature maintenance and homogenization step, **characterized in that** the forming step or roughing step performs an adaptive reduction of the thickness of the
- 25 cast slab (11) smaller than or equal to about 65% at least as a function of the

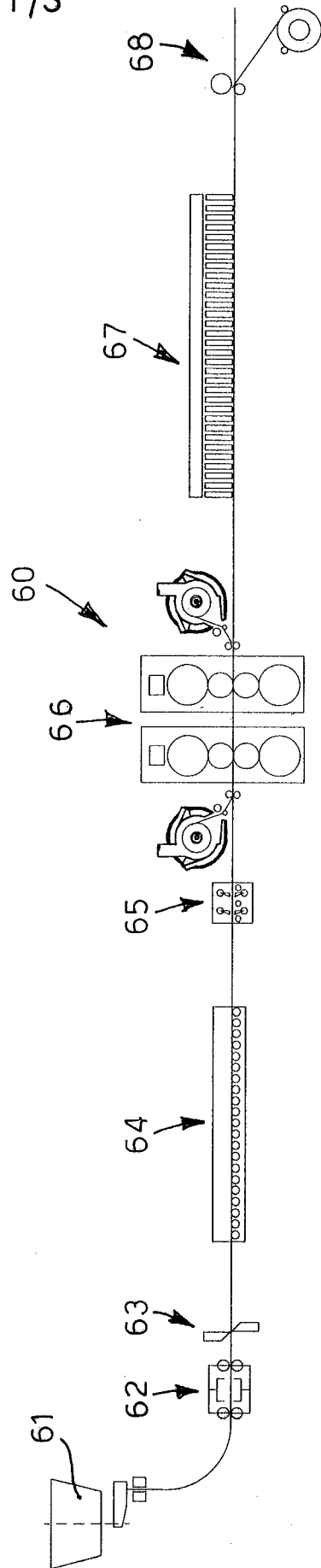
thickness, width and type of material of the finished flat product, and **in that** the rolling step performs a reduction of the thickness of the thin slab (11) to a thickness comprised between about 1.2 mm and about 20 mm by means of at most three double rolling passes.

- 5 10. Method as in claim 9, **characterized in that** the casting step is performed at a speed comprised between about 5 m/min and 7 m/min of a thin slab with a constant thickness smaller than or equal to about 130 mm, and **in that** the forming or roughing step performs an adaptive reduction of the thickness of the thin slab (11) to a thickness comprised between about 30 mm and about 80 mm.
- 10 11. Method as in claim 9 or 10, **characterized in that** in the first double rolling pass a first reduction of thickness is provided, comprised between about 30% and 40%.
12. Method as in claim 9, 10 or 11, **characterized in that** in the first double rolling pass a second reduction of thickness is provided, comprised between 30% and 52%.
13. Method as in any claim from 9 to 12, **characterized in that** in the second double
- 15 rolling pass a first reduction of thickness is provided, comprised between 28% and 50%.
14. Method as in any claim from 9 to 13, **characterized in that** in the second double rolling pass a second reduction of thickness is provided, comprised between 28% and 50%.
- 20 15. Method as in any claim from 9 to 14, **characterized in that** in the third double rolling pass a first reduction of thickness is provided, comprised between 24% and 39%.
16. Method as in any claim from 9 to 15, **characterized in that** in the third double rolling pass a second reduction of thickness is provided, comprised between 20%
- 25 and 25%.



STATO DELLA TECNICA fig. 1

1/3



STATO DELLA TECNICA fig. 2

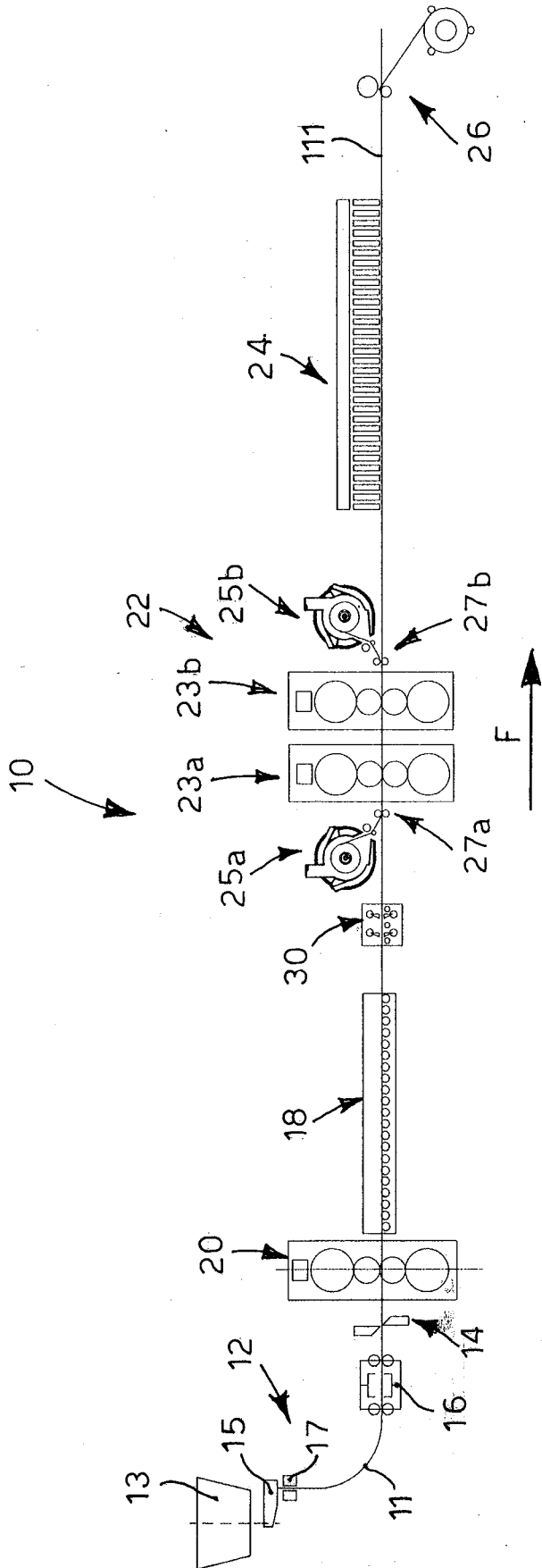


fig. 3

3/3

Programma di laminazione	Linea di laminazione 50, fig. 1				Linea 10 del presente trovato 10, fig. 3		Linea di laminazione 60, fig. 2		Linea di laminazione 60, fig. 2	
	CASO A				CASO B		CASO C		CASO D	
	Bramma spessa (220 mm)				Bramma sottile adattativa (35 - 70 mm)		Bramma sottile (70 mm)		Bramma sottile (50 mm)	
	Ciclo operativo [s]	Produttività operativa [ton/h]	Ciclo operativo [s]	Produttività operativa [ton/h]	Ciclo operativo [s]	Produttività operativa [ton/h]	Ciclo operativo [s]	Produttività operativa [ton/h]	Ciclo operativo [s]	Produttività operativa [ton/h]
01DAT	555,1	141	452,0	173	591,7	132	572,1	137		
02DAT	498,9	144	395,1	182	502,9	143	410,9	175		
03DAT	426,0	230	354,4	276	419,8	233	412,6	237		
04DAT	398,0	213	311,7	272	382,0	222	311,7	272		
	Media	183	Media	227	Media	185	Media	209		
	Produzione annua [ton/anno]	1209806	Produzione annua [ton/anno]	1500616	Produzione annua [ton/anno]	1219376	Produzione annua [ton/anno]	1381092		
	Confronto con CASO A		Velocità media di colata [m/min]	5,4	Velocità media di colata [m/min]	4,4	Velocità media di colata [m/min]	7,0		
			Aumento produttività [%]	24	Aumento produttività [%]	1	Aumento produttività [%]	14		

fig. 4