

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102009901695028A1

Publication Date

20100719

Applicant

SMS DEMAG INNSE S.P.A. ORA SMS INNSE S.P.A.

Title

RULLO PER UN LAMINATOIO

Descrizione della domanda di brevetto per invenzione industriale avente per titolo "Rullo per un laminatoio" a nome di SMS Demag INNSE S.p.A. domiciliata in Via Milano, 4 - 20097 San Donato Milanese (MI)

La presente invenzione riguarda un rullo per un laminatoio continuo, in particolare per un laminatoio continuo adatto alla produzione di semilavorati allungati, ad esempio tubi senza saldatura, barre, verghe, tondini e simili. L'invenzione riguarda inoltre una stazione di laminazione ed un laminatoio comprendenti tale rullo. Infine l'invenzione riguarda un metodo per ricondizionare il rullo quando questo è usurato. Nella descrizione che segue, si farà specifico riferimento, a titolo esemplificativo e non limitativo, alla produzione di tubi senza saldatura.

È noto produrre tubi metallici senza saldatura per deformazioni plastiche successive di una barra o billetta tozza. Come prima fase la billetta viene forata longitudinalmente, in modo da ottenere un semilavorato tozzo, forato, con parete spessa e lunghezza da 1,5 a 4 volte rispetto a quella della billetta iniziale. Successivamente questo semilavorato viene passato attraverso appositi laminatoi così da assottigliare via via la parete e aumentare la lunghezza del prodotto finito. Tali laminatoi, detti laminatoi continui, comprendono in modo in sé noto una pluralità di stazioni. Ciascuna stazione comprende una gabbia sulla quale sono montati dei rulli aventi gole profilate. Solitamente i rulli scanalati sono tre e ciascuno è supportato mediante una coppia di guarniture da un'apposita leva portarullo montata sulla gabbia. Le tre coppie di guarniture sono tra loro complanari, hanno direzione radiale e sono spaziate a 120° l'una dall'altra attorno

all'asse di laminazione. L'insieme dei profili raccordati delle scanalature dei tre rulli definisce la circonferenza esterna del tubo rilasciato dalla stazione di laminazione.

In ciascuna stazione, le leve portarulli sono montate su un contenitore in modo da poter oscillare attorno ad un asse parallelo all'asse di laminazione. Su ciascuno dei rulli agisce un attuatore idraulico che spinge il rullo lungo la direzione radiale rispetto all'asse di laminazione. Gli attuatori generano così la forza necessaria a deformare plasticamente il tubo.

Inoltre, i rulli sono messi in rotazione da appositi motori, in modo tale da fornire per attrito il moto di alimentazione al tubo in lavorazione.

Le successive stazioni, insieme eventualmente ad un mandrino interno, trasformano via via il semilavorato in un tubo con la configurazione desiderata in termini di diametro esterno, diametro interno, spessore di parete e lunghezza.

I rulli di laminazione sono soggetti ad usura e, a seguito di predeterminati cicli di lavoro, devono essere ricondizionati mediante tornitura. In tal modo è possibile eliminare le deformazioni e i segni dell'usura e ristabilire il profilo della gola e la corretta simmetria del rullo. È infatti necessario garantire un profilo ottimale della gola di ciascun rullo perché la singola stazione possa conferire un profilo ottimale al tubo in lavorazione.

La tornitura può essere effettuata, in modo in sé noto, smontando ciascun rullo dalla rispettiva posizione e trasportandolo ad una opportuna stazione di tornitura tradizionale. In alternativa, in modo in sé altrettanto noto, è possibile mantenere i tre rulli di ciascuna stazione montati sulla rispettiva gabbia ed effettuare l'operazione di tornitura con una specifica attrezzatura

disposta al centro della stazione in luogo del tubo.

Ciascuna operazione di tornitura riduce necessariamente il diametro del singolo rullo. A motivo di ciò è noto predisporre su ciascuna gabbia dei mezzi per mantenere i rulli paralleli a sé stessi prima e dopo ogni operazione di tornitura.

È evidente che, a seguito di una riduzione del diametro, l'appoggio del rullo sul tubo potrebbe essere ottenuto con la semplice oscillazione della leva attorno al proprio asse. Tale configurazione del rullo sarebbe però asimmetrica rispetto alla direzione radiale e l'appoggio non sarebbe ottimale. In altre parole, dopo la tornitura, l'insieme dei profili delle scanalature dei tre rulli non definirebbe più una circonferenza; essa definirebbe invece una figura trilobata composta da archi di cerchio non raccordati tra loro.

Per ovviare a questo problema sono note due differenti soluzioni.

La prima soluzione consiste nel compensare la riduzione di diametro del rullo con un identico allungamento delle rispettive guarniture. In questo modo il movimento del rullo tra la posizione iniziale e la posizione successiva alla tornitura, è un movimento di pura traslazione lungo la direzione radiale passante per il fondogola. Il rullo dunque rimane parallelo a sé stesso.

La seconda soluzione consiste nel compensare la riduzione di diametro del rullo con un identico spostamento del perno attorno al quale ruota la leva portarullo. In questo modo il movimento dell'intera leva tra la posizione iniziale e la posizione successiva alla tornitura, è un movimento di pura traslazione lungo la direzione radiale passante per il fondogola. Il rullo

dunque, anche in questo caso, rimane parallelo a sé stesso.

Le due soluzioni note ed esposte sopra, pur ampiamente apprezzate, non sono prive di difetti.

Per quanto riguarda la prima soluzione, a motivo delle masse e degli ingombri in gioco, l'operazione di allungamento delle guarniture è lunga e laboriosa. Inoltre tale allungamento è ottenuto solitamente con l'interposizione di appositi spessori calibrati lungo la guarnitura. Questo tipo di soluzione impone dunque la predisposizione e la gestione di un grande parco spessori. Infatti ciascuna stazione di laminazione necessita di tre serie complete di spessori; ogni serie deve contenere un numero di spessori pari al numero di torniture che si possono effettuare sui rulli da quando sono nuovi a quando sono completamente usurati.

Per quanto riguarda la seconda soluzione, ancora a motivo delle masse e degli ingombri in gioco, l'operazione di spostamento dei perni è lunga e laboriosa. Tale spostamento è solitamente ottenuto mediante una serie di eccentrici che devono essere ruotati contestualmente in modo da ottenere un moto di traslazione puro per il perno della leva.

Scopo della presente invenzione è pertanto quello di superare almeno parzialmente gli inconvenienti riportati sopra con riferimento alla tecnica nota.

In particolare, un compito della presente invenzione è quello di rendere disponibile un rullo per un laminatoio continuo che consenta di compensare in modo semplice e rapido la diminuzione di diametro a seguito del ricondizionamento mediante tornitura.

Lo scopo e i compiti sopra indicati sono raggiunti da un rullo in accordo

con quanto rivendicato nella rivendicazione 1.

Le caratteristiche e gli ulteriori vantaggi dell'invenzione risulteranno dalla descrizione, fatta qui di seguito, di alcuni esempi di realizzazione, dati a titolo indicativo e non limitativo con riferimento ai disegni allegati, in cui:

- la figura 1 rappresenta una vista frontale di un laminatoio continuo di tipo noto;
- le figure da 2 a 4 rappresentano un primo gruppo rullo-leva di tipo noto, in tre successive fasi della vita operativa;
- le figure da 5 a 7 rappresentano un secondo gruppo rullo-leva di tipo noto, in tre successive fasi della vita operativa;
- la figura 8 rappresenta schematicamente la geometria di un rullo di laminazione di tipo noto;
- la figura 9 rappresenta schematicamente la geometria di un rullo di laminazione secondo l'invenzione;
- le figure da 10 a 12 rappresentano un gruppo rullo-leva secondo l'invenzione, in tre successive fasi della vita operativa;
- le figure da 13 a 15 rappresentano una gabbia di laminazione secondo l'invenzione, in tre successive fasi della vita operativa;
- la figura 16 rappresenta un gruppo rullo-leva-attuatore secondo l'invenzione, in una fase iniziale della vita operativa;
- la figura 17 rappresenta schematicamente la geometria di un rullo di laminazione nuovo secondo l'invenzione;
- la figura 18 rappresenta schematicamente la geometria di un rullo di laminazione usurato secondo l'invenzione.

Con particolare riferimento alla figura 1 allegata, con 20 è indicato un

laminatoio continuo nel suo complesso. Con riferimento al laminatoio 20, si può definire in modo univoco un asse di laminazione t , che è l'asse longitudinale di un tubo 18 in lavorazione. Un laminatoio continuo 20 comprende, in modo in sé noto, una pluralità di stazioni 22 disposte lungo l'asse di laminazione t .

Ciascuna stazione 22 comprende una gabbia 24 di laminazione comprendente una pluralità di rulli di laminazione 26, montati su un contenitore 25. I rulli di laminazione 26 sono normalmente tre per ciascuna stazione 22. Tale soluzione consente di ottenere un compromesso soddisfacente tra due opposte esigenze. Da un lato vi è infatti l'esigenza di limitare la complessità costruttiva della singola stazione. D'altro lato vi è poi l'esigenza di suddividere il profilo esterno del tubo 18 sul maggior numero possibile di rulli 26. Nulla impedisce che, per soddisfare specifiche esigenze, il numero dei rulli 26 per ciascuna stazione 22 possa essere cambiato.

Ciascun rullo 26 è montato sul contenitore 25 mediante una leva portarullo 28 (o semplicemente leva 28). La leva 28 è montata sul contenitore 25 in modo da poter oscillare attorno ad un perno 30. Il perno 30 incarna un asse p parallelo all'asse di laminazione t . La leva 28 regge il rullo 26 mediante due guarniture 32.

Ciascun rullo 26 comprende inoltre un attuatore 36 (visibile nelle figure 1 e 16) adatto ad applicare al rullo 26 una forza in direzione radiale rispetto all'asse t . La forza applicata dall'attuatore 36, indicata con la freccia piena F nelle figure, è quella che determina la deformazione plastica del tubo 18 in lavorazione. In particolare, la composizione delle tre forze F generate dai

tre attuatori 36 di una stazione 22, determina una riduzione radiale dello spessore del tubo 18 e un allungamento assiale del tubo stesso. Vantaggiosamente l'attuatore 36 comprende un martinetto idraulico che agisce su una superficie di spinta 46 solidale alla leva 28.

La stazione 22 comprende inoltre mezzi motori 38 adatti a mettere in rotazione ciascun rullo 26. La rotazione del rullo 26 operata dai mezzi motori 38 è quella che fornisce il moto di alimentazione traslando per attrito il tubo 18 lungo l'asse t. Vantaggiosamente i mezzi motori 38 comprendono un motore elettrico 40, un riduttore 41 e un albero di trasmissione 42.

Ciascun rullo 26 definisce un asse r di rotazione. Il rullo 26 è conformato in modo simmetrico rispetto all'asse r e sulla sua periferia è ottenuta una gola 44 adatta a riprodurre un arco h del profilo esterno del tubo 18. In particolare, nel caso in cui ogni stazione di laminazione 22 comprende tre rulli 26, ciascuno di essi dovrà operare su un arco nominale h di 120°. Con fondogola 34, si intende di seguito il punto più profondo della gola 44. Per ciascun rullo 26 è inoltre possibile definire un piano di gola π che taglia, perpendicolarmente all'asse r, il rullo 26 lungo la sua sezione minore.

Nel corso della loro vita operativa, i rulli 26 devono essere periodicamente ricondizionati per poter garantire un profilo ottimale alla gola 44. Il ricondizionamento avviene mediante tornitura del rullo 26, con la conseguente progressiva riduzione del diametro dello stesso.

La descrizione riportata sopra in termini generici può essere applicata tanto ad un laminatoio di tipo noto, quanto ad un laminatoio secondo l'invenzione. Di seguito sono invece descritte due differenti soluzioni,

relative all'arte nota, per i problemi posti dalla riduzione di diametro che segue il ricondizionamento mediante tornitura dei rulli 26.

Le figure da 2 a 4 mostrano una prima soluzione nota. Figura 2 mostra un rullo 26 all'inizio della sua vita operativa: esso è simmetrico rispetto all'asse di rotazione r e rispetto al piano di gola π . Come si vede in figura 2, il rullo 26 e la leva 28 sono configurati in modo tale da garantire una assoluta simmetria, a meno delle tolleranze di lavorazione di montaggio. In particolare il piano di gola π comprende la direzione radiale lungo la quale è applicata la forza F . Inoltre, il piano di gola π taglia a metà l'arco nominale h di competenza, sul quale cioè opera il rullo 26.

Figura 3 mostra il rullo 26 di figura 2 a metà della sua vita operativa. Il diametro del rullo 26 è stato ridotto dai successivi ricondizionamenti mediante tornitura che si sono resi necessari durante la prima metà della vita operativa del rullo 26. In accordo con questa soluzione nota, la riduzione del diametro del rullo 26 è compensata dall'interposizione di spessori 48 lungo le guarniture 32. La riduzione del diametro del rullo 26 è schematizzata in figura 3 dalla freccia a , mentre l'allungamento delle guarniture 32 è schematizzato dalla freccia b . Anche a seguito dei ricondizionamenti subiti, il rullo 26 è ancora simmetrico rispetto all'asse di rotazione r e rispetto al piano di gola π . Inoltre, come si vede in figura 3, il rullo 26 e la leva 28 sono configurati in modo tale da garantire ancora una assoluta simmetria, a meno delle tolleranze di lavorazione e di montaggio. In particolare il piano di gola π comprende la direzione radiale lungo la quale è applicata la forza F . Inoltre, il piano di gola π taglia a metà l'arco nominale h di competenza del rullo 26.

Figura 4 mostra il rullo 26 delle figure 2 e 3 al termine della sua vita operativa. Il diametro del rullo 26 è stato ulteriormente ridotto dai successivi ricondizionamenti mediante tornitura che si sono resi necessari durante la vita operativa del rullo 26. In accordo con questa soluzione nota, l'ulteriore riduzione del diametro del rullo 26 è compensata dall'ulteriore interposizione di spessori 48 lungo le guarniture 32. La riduzione del diametro del rullo 26 è schematizzata in figura 4 dalla freccia a, mentre l'allungamento delle guarniture 32 è schematizzato dalla freccia b. Anche a seguito dei ricondizionamenti subiti, il rullo 26 è ancora simmetrico rispetto all'asse di rotazione r e rispetto al piano di gola π . Inoltre, come si vede in figura 4, il rullo 26 e la leva 28 sono configurati in modo tale da garantire ancora una assoluta simmetria, a meno delle tolleranze di lavorazione e di montaggio. In particolare il piano di gola π comprende la direzione radiale lungo la quale è applicata la forza F . Inoltre, il piano di gola π taglia a metà l'arco nominale h di competenza del rullo 26.

Le figure da 5 a 7 mostrano una seconda soluzione nota. Figura 5 mostra un rullo 26 all'inizio della sua vita operativa: esso è simmetrico rispetto all'asse di rotazione r e rispetto al piano di gola π . Come si vede in figura 5, il rullo 26 e la leva 28 sono configurati in modo tale da garantire una assoluta simmetria, a meno delle tolleranze di lavorazione e di montaggio. In particolare il piano di gola π comprende la direzione radiale lungo la quale è applicata la forza F . Inoltre, il piano di gola π taglia a metà l'arco nominale h di competenza, sul quale cioè opera il rullo 26.

Figura 6 mostra il rullo 26 di figura 5 a metà della sua vita operativa. Il diametro del rullo 26 è stato ridotto dai successivi ricondizionamenti

mediante tornitura che si sono resi necessari durante la prima metà della vita operativa del rullo 26. In accordo con questa soluzione nota, la riduzione del diametro del rullo 26 è compensata dallo spostamento del perno 30 nella direzione parallela alla traccia del piano di gola π . La riduzione del diametro del rullo 26 è schematizzata in figura 6 dalla freccia a, mentre lo spostamento del perno 30 è schematizzato dalla freccia c. Anche a seguito dei ricondizionamenti subiti, il rullo 26 è ancora simmetrico rispetto all'asse di rotazione r e rispetto al piano di gola π . Inoltre, come si vede in figura 6, il rullo 26 e la leva 28 sono configurati in modo tale da garantire ancora una assoluta simmetria, a meno delle tolleranze di lavorazione e di montaggio. In particolare il piano di gola π comprende la direzione radiale lungo la quale è applicata la forza F . Inoltre, il piano di gola π taglia a metà l'arco nominale h di competenza del rullo 26.

Figura 7 mostra il rullo 26 delle figure 5 e 6 al termine della sua vita operativa. Il diametro del rullo 26 è stato ulteriormente ridotto dai successivi ricondizionamenti mediante tornitura che si sono resi necessari durante la vita operativa del rullo 26. In accordo con questa soluzione nota, l'ulteriore riduzione del diametro del rullo 26 è compensata dall'ulteriore spostamento del perno 30. La riduzione del diametro del rullo 26 è schematizzata in figura 7 dalla freccia a, mentre lo spostamento del perno 30 è schematizzato dalla freccia c. Anche a seguito dei ricondizionamenti subiti, il rullo 26 è ancora simmetrico rispetto all'asse di rotazione r e rispetto al piano di gola π . Inoltre, come si vede in figura 7, il rullo 26 e la leva 28 sono configurati in modo tale da garantire ancora una assoluta

simmetria, a meno delle tolleranze di lavorazione e di montaggio. In particolare il piano di gola π comprende la direzione radiale lungo la quale è applicata la forza F . Inoltre, il piano di gola π taglia a metà l'arco nominale h di competenza del rullo 26.

Le caratteristiche geometriche salienti del rullo 26 di tipo noto sono riassunte schematicamente in figura 8. Come si nota, e come già detto, il rullo 26 è simmetrico tanto rispetto all'asse r quanto rispetto al piano di gola π . Inoltre la bisettrice d dell'arco nominale h di competenza, che è anche la direzione di applicazione della forza F , giace nel piano di gola π . Infine, le due creste 44' e 44'' della gola 44 hanno uguale raggio g .

Le caratteristiche geometriche salienti di un rullo 26 secondo l'invenzione sono riassunte schematicamente in figura 9. Come si nota, il rullo 26 è simmetrico rispetto all'asse r ma è asimmetrico rispetto al piano di gola π . Inoltre la bisettrice d dell'arco nominale h di competenza, che è anche la direzione di applicazione della forza F , forma un angolo γ con il piano di gola π . Infine, le due creste 44' e 44'' della gola 44 hanno raggi diversi g' e g'' .

Le figure da 10 a 12 mostrano la soluzione, secondo l'invenzione, ai problemi posti dalla riduzione di diametro che segue il ricondizionamento mediante tornitura dei rulli 26. Figura 10 mostra un rullo 26 secondo l'invenzione all'inizio della sua vita operativa: esso è simmetrico rispetto all'asse di rotazione r ma asimmetrico rispetto al piano di gola π . Come si vede in figura 10, la direzione radiale lungo la quale è applicata la forza F forma un angolo γ con il piano di gola π . Inoltre, il piano di gola π taglia l'arco nominale h di competenza, sul quale cioè opera il rullo 26, in due

parti disuguali.

Figura 11 mostra il rullo 26 di figura 5 a metà della sua vita operativa. Il diametro del rullo 26 è stato ridotto dai successivi ricondizionamenti mediante tornitura che si sono resi necessari durante la prima metà della vita operativa del rullo 26. In accordo con la soluzione secondo l'invenzione, la riduzione del diametro del rullo 26 è compensata dall'oscillazione della leva 28 attorno al perno 30. La riduzione del diametro del rullo 26 è schematizzata in figura 11 dalla freccia a, mentre l'oscillazione della leva 28 è schematizzata dalla freccia e. A seguito dei ricondizionamenti subiti, il rullo 26 di figura 11 è momentaneamente simmetrico rispetto al piano di gola π oltre che all'asse di rotazione r. In particolare il piano di gola π comprende momentaneamente la direzione radiale lungo la quale è applicata la forza F. Inoltre, il piano di gola π taglia momentaneamente a metà l'arco nominale h di competenza del rullo 26.

Figura 12 mostra il rullo 26 delle figure 10 e 11 al termine della sua vita operativa. Il diametro del rullo 26 è stato ulteriormente ridotto dai successivi ricondizionamenti mediante tornitura che si sono resi necessari durante la vita operativa del rullo 26. In accordo con questa soluzione secondo l'invenzione, l'ulteriore riduzione del diametro del rullo 26 è compensata dall'ulteriore oscillazione della leva 28. La riduzione del diametro del rullo 26 è schematizzata in figura 12 dalla freccia a, mentre l'oscillazione della leva 28 è schematizzata dalla freccia e. A seguito dei ricondizionamenti subiti, il rullo 26 è ancora simmetrico rispetto all'asse di rotazione r ed è tornato ad essere asimmetrico rispetto al piano di gola π . Come si vede in figura 10, la direzione radiale lungo la quale è applicata la

forza F forma un angolo γ con il piano di gola π . Inoltre, il piano di gola π taglia l'arco nominale h di competenza, sul quale cioè opera il rullo 26, in due parti disuguali. In particolare, l'angolo γ di figura 12 ha segno opposto rispetto all'angolo γ di figura 10.

L'invenzione riguarda anche una stazione di laminazione 22 comprendente una gabbia 24 e una pluralità di rulli 26. Ciascuno di detti rulli 26 è montato sul contenitore 25 mediante una leva 28. La leva 28 è a sua volta montata sul contenitore 25 in modo da poter oscillare attorno ad un perno 30. Ciascun rullo 26 comprende un attuatore 36 adatto ad applicare al rullo 26 una forza adatta a determinare la deformazione plastica del tubo 18 in lavorazione. Ciascun rullo 26 comprende comprende mezzi motori 38 adatti a mettere in rotazione il rullo 26 così da traslare per attrito il tubo 18. In particolare, nella stazione 22, i rulli 26 sono del tipo descritto prima con riferimento all'invenzione.

Le figure da 13 a 15 mostrano una gabbia 24 secondo l'invenzione nella sua vita operativa segnata dalla riduzione di diametro che segue il ricondizionamento mediante tornitura dei rulli 26. Figura 13 mostra una gabbia di laminazione 24 secondo l'invenzione all'inizio della vita operativa dei suoi rulli 26. In altre parole, la gabbia 24 di figura 13 comprende tre rulli 26 come quello di figura 10. Figura 14 mostra la gabbia 24 di figura 13 a metà della vita operativa dei suoi rulli 26. In altre parole, la gabbia 24 di figura 14 comprende tre rulli 26 come quello di figura 11. Infine, figura 15 mostra la gabbia 24 delle figure 13 e 14 al termine della vita operativa dei suoi rulli 26. In altre parole, la gabbia 24 di figura 15 comprende tre rulli 26 come quello di figura 12.

L'invenzione riguarda anche un laminatoio continuo 20 per la laminazione di semilavorati allungati, tipicamente tubi senza saldatura 18. Il laminatoio 20 secondo l'invenzione comprendente una pluralità di stazioni di laminazione 22 e di relative gabbie 24 in accordo con quanto descritto sopra.

L'invenzione riguarda infine un metodo per ricondizionare un rullo 26 secondo l'invenzione quando esso sia usurato. Il metodo comprende, in modo in sé noto, la fase di tornire la gola 44 in modo da eliminare le deformazioni e i segni dell'usura e da ristabilire il profilo della gola 44. Tale operazione comporta una riduzione del diametro del rullo 26. Nel metodo secondo l'invenzione, inoltre, la tornitura consente di ridefinire l'arco nominale h in modo che la bisettrice d ruoti rispetto al piano di gola π e, allo stesso tempo in modo che il piano di gola π trasli lungo l'asse r .

In particolare, nel metodo secondo l'invenzione, la tornitura della gola 44 determina, durante la prima metà della vita operativa del rullo 26, una rotazione della bisettrice d dell'arco nominale h verso il piano di gola π . Viceversa, durante la seconda metà della vita operativa del rullo 26 determina una rotazione della bisettrice d dell'arco nominale h lontano dal piano di gola π .

Le caratteristiche geometriche salienti che assume un rullo 26 secondo l'invenzione durante la sua vita operativa sono riassunte schematicamente nelle figure 17 e 18. Come si nota in figura 17, il rullo 26 è simmetrico rispetto all'asse r ma è asimmetrico rispetto al piano di gola π . Inoltre la bisettrice d dell'arco nominale h di competenza forma un angolo γ con il piano di gola π . Inoltre il piano di gola π taglia il rullo in due parti aventi

rispettivamente spessore s' e s'' , dove s' è minore di s'' . Infine, la cresta 44' ha raggio minore della cresta 44''.

In figura 17 sono inoltre riportati successivi profili della gola 44 ottenuti in occasione di successivi ricondizionamenti mediante il metodo secondo l'invenzione. Come si può notare in figura 17, ogni tornitura di ricondizionamento del rullo 26 è condotta in modo tale che la nuova gola 44 definisca una nuova bisettrice d ruotata rispetto alla precedente. In particolare, con specifico riferimento alla vista di figura 17, la bisettrice d ruota via via in senso antiorario. In altre parole, all'inizio della vita operativa del rullo 26, la bisettrice d ruota ad ogni ricondizionamento verso il piano di gola π , riducendo via via l'ampiezza dell'angolo γ . In corrispondenza della metà della vita operativa del rullo 26, la bisettrice d giace momentaneamente nel piano di gola π , come illustrato nelle figure 11 e 14 (in cui l'angolo γ è nullo). Avviandosi al termine della vita operativa del rullo 26, la bisettrice d ruota ad ogni ricondizionamento allontanandosi dal piano di gola π nella direzione opposta a quella dalla quale proviene, aumentando via via l'ampiezza dell'angolo γ con segno opposto al segno iniziale. Figura 18 illustra dunque il rullo 26 al termine della vita operativa. Come si nota in figura 18, il rullo 26 è simmetrico rispetto all'asse r ma è asimmetrico rispetto al piano di gola π . Inoltre la bisettrice d dell'arco nominale h di competenza forma un angolo γ con il piano di gola π , in cui l'angolo γ ha segno opposto rispetto alla configurazione iniziale di figura 17. Inoltre il piano di gola π taglia il rullo in due parti aventi rispettivamente spessore s' e s'' , dove ora s' è maggiore di s'' . Infine, la cresta 44' ha ora raggio maggiore della cresta 44''.

Come si può notare dalle figure allegate, la superficie di spinta 46 è arcuata. In particolare, la superficie di spinta 46 definisce un settore cilindrico avente asse t , così da fornire al rullo una forza F allineata di volta in volta con la bisettrice d (si vedano in particolare le figure da 10 a 12). Inoltre, il settore definito dalla superficie di spinta 46 è sufficientemente ampio da garantire sempre un appoggio ottimale all'attuatore 36, sia quando il rullo è nuovo (l'angolo γ è al suo massimo), sia quando il rullo è completamente usurato (l'angolo γ è al suo minimo).

È bene notare come l'angolo del quale ruota la bisettrice d ad ogni ricondizionamento, è uguale all'angolo del quale ruota la leva 28 attorno al perno 30. Tale angolo è definito dallo spessore che deve essere rimosso per ottenere un nuovo profilo ottimale della gola 44.

Si noti che l'angolo γ delle figure 9, 17 e 18 misura 10° ma è fortemente accentuato rispetto alla realtà per una maggior chiarezza. Nella realtà di un rullo 26 secondo l'invenzione, l'angolo γ è compreso tra -4° e $+4^\circ$, preferibilmente compreso tra -2° e $+2^\circ$.

È bene notare qui che, nei laminatoi di tipo noto, è sempre stata posta molta attenzione per mantenere un'assoluta simmetria in ciascun rullo e identiche misure tra rulli adiacenti. In questo modo si evitano infatti gli sforzi di taglio indotti da velocità di laminazione differenti su porzioni di tubo adiacenti. Al contrario, nel laminatoio secondo l'invenzione, la superficie esterna del tubo 18 è consapevolmente sottoposta a tali sforzi. Infatti, la differenza di raggio tra le due creste 44' e 44'' fa sì che l'identica velocità angolare (comune all'intero rullo 26) si tramuti in differenti velocità tangenziali delle creste stesse 44' e 44''. Poiché la cresta 44' di un rullo 26

si trova in prossimità della cresta 44'' del rullo adiacente, porzioni di tubo adiacenti sono sottoposte a due velocità di laminazione differenti. Tale differenza di velocità induce uno sforzo di taglio parallelo all'asse di laminazione t.

La richiedente, nello sviluppo del laminatoio secondo l'invenzione, ha osservato che tali sforzi sorprendentemente non determinano alcun inconveniente significativo. Infatti si può notare come i rulli 26 delle figure da 10 a 16 non siano a contatto col tubo 18 lungo l'intero arco nominale h di competenza. Tale configurazione fa sì che le porzioni di tubo 18 sottoposte a velocità di laminazione differenti siano leggermente spaziate l'una dall'altra. In tal modo, lo sforzo di taglio che si genera sul tubo per la differenza di diametro tra la cresta 44' di un rullo e la cresta 44'' del rullo adiacente è di un ordine di grandezza inferiore rispetto allo sforzo di taglio che si genera, nei laminatoi di tipo noto, per la differenza di diametro tra le creste e il fondogola del singolo rullo. Tale sforzo è in sé noto e considerato ampiamente accettabile. Inoltre esso è sostanzialmente compensato sfasando angolarmente le successive stazioni 22 attorno all'asse t. Sfasando angolarmente le stazioni 22 si ottiene infatti che la zona di tubo 18 precedentemente laminata dalle creste di due rulli adiacenti, venga successivamente laminata dal fondogola di un singolo rullo. Allo stesso modo, nel laminatoio 20 secondo l'invenzione, le successive stazioni 22 sono sfasate angolarmente attorno all'asse t e compensano quindi lo sforzo di taglio introdotto dalla differenza di diametro tra la cresta 44' e la cresta 44'' del rullo adiacente.

Alle forme di realizzazione del laminatoio continuo 20 descritte sopra la

persona esperta potrà, al fine di soddisfare specifiche esigenze, apportare modifiche e/o sostituzioni di elementi descritti con elementi equivalenti, senza per questo uscire dall'ambito delle rivendicazioni allegate.

Il Mandatario

Ing. Giancarlo Belloni

(Iscr. Albo No. 1113B)

della Dragotti & Associati S.r.l.

RIVENDICAZIONI

1. Rullo (26) per la laminazione di un semilavorato (18) allugato, girevole attorno ad un asse di rotazione (r), e comprendente:
 - una gola (44) adatta a riprodurre un arco nominale (h) del profilo esterno del semilavorato (18);
 - un piano di gola (π) che taglia, perpendicolarmente all'asse di rotazione (r), il rullo (26) lungo la sua sezione minore, in cui il rullo (26) è asimmetrico rispetto al piano di gola (π).
2. Rullo (26) secondo la rivendicazione 1, in cui la bisettrice (d) dell'arco nominale (h) forma un angolo γ con il piano di gola (π).
3. Rullo (26) secondo la rivendicazione 2, in cui l'angolo γ è compreso tra -4° e $+4^\circ$, preferibilmente tra -2° e $+2^\circ$.
4. Rullo (26) secondo una qualsiasi rivendicazione precedente, in cui la gola (44) definisce due creste (44', 44'') aventi raggi diversi (g', g'').
5. Rullo (26) secondo una qualsiasi rivendicazione precedente, in cui il piano di gola (π) taglia il rullo (26) in due parti aventi spessori diversi (s', s'').
6. Stazione di laminazione (22) comprendente una gabbia (24) comprendente una pluralità di rulli (26) montati su un contenitore (25), in cui ciascuno di detti rulli (26):
 - è montato sul contenitore (25) mediante una leva (28), la leva (28) essendo montato sul contenitore (25) in modo da poter oscillare attorno ad un perno (30);
 - comprende un attuatore (36) adatto ad applicare al rullo (26) una

forza adatta a determinare la deformazione plastica del semilavorato (18) in lavorazione;

- comprende mezzi motori (38) adatti a mettere in rotazione il rullo (26) così da traslare per attrito il semilavorato (18); e

in cui detti rulli (26) sono in accordo con una qualsiasi rivendicazione precedente.

7. Laminatoio continuo (20) per la laminazione di semilavorati allungati (18), comprendente una pluralità di stazioni di laminazione (22) in accordo con la rivendicazione precedente.

8. Metodo per ricondizionare un rullo (26) in accordo con una qualsiasi rivendicazione da 1 a 4, quando tale rullo (26) sia usurato, il metodo comprendendo la fase di tornire la gola (44) in modo da:

- eliminare le deformazioni e i segni dell'usura della gola (44);
- ristabilire il profilo della gola (44);
- ridurre il diametro del rullo (26);

e inoltre:

- ridefinire l'arco nominale (h) in modo che la bisettrice (d) ruoti rispetto al piano di gola (π); e
- traslare il piano di gola (π) lungo l'asse di rotazione (r).

9. Metodo secondo la rivendicazione precedente, in cui la fase di tornire la gola (44) determina una rotazione della bisettrice (d) dell'arco nominale (h) verso il piano di gola (π) durante la prima metà della vita operativa del rullo (26) e determina una rotazione della bisettrice (d) dell'arco nominale (h) lontano dal piano di gola (π) durante la seconda metà della vita operativa del rullo (26).

Il Mandatario

Ing. Giancarlo Belloni

(Iscr. Albo No. 1113B)

della Dragotti & Associati S.r.l.

CLAIMS

1. Roll (26) for rolling-mill process of a long semifinished product (18), rotatable around a rotation axis (r), and comprising:
 - a groove (44) adapted to reproduce a nominal arc (h) of the external outline of the semifinished product (18);
 - a groove plane (π) cutting, perpendicularly with respect to the rotation axis (r), the roll (26) along its smaller section, wherein the roll (26) is asymmetrical with respect to the groove plane (π).
2. Roll (26) according to claim 1, wherein the bisecting line (d) of the nominal arc (h) makes an angle γ with the groove plane (π).
3. Roll (26) according to claim 2, wherein the angle γ is comprised between -4° and $+4^\circ$, preferably between -2° and $+2^\circ$.
4. Roll (26) according to any preceding claim, wherein the groove (44) defines two crests (44', 44'') having different radii (g', g'').
5. Roll (26) according to any preceding claim, wherein the groove plane (π) cuts the roll (26) into two parts having different thicknesses (s', s'').
6. Rolling station (22) comprising a stand (24) comprising a plurality of rolls (26) mounted on a cartridge (25), wherein each of said rolls (26):
 - is mounted on the cartridge (25) by means of a lever (28), the lever (28) being mounted on the cartridge (25) so as to be able to oscillate around a pin (30);
 - comprises an actuator (36) suitable to apply to the roll (26) a force

suitable to cause plastic deformation of the semifinished product (18) being rolled;

- comprises motor means (38) suitable to rotate the roll (26) so as to translate the semifinished product (18) by friction; and

wherein said rolls (26) are in accordance with any preceding claim.

7. Rolling mill (20) for rolling-mill process of long semifinished products (18), comprising a plurality of rolling stations (22) according to the preceding claim.

8. Method for regenerating a roll (26) according to any of the claims 1 to 4, when said roll (26) is worn, the method comprising the step of turning the groove (44) so as to:

- eliminate deformations and wear marks on the groove (44);
- restore the outline of the groove (44);
- reduce the diameter of the roll (26);

and further:

- re-define the nominal arc (h) so that the bisecting line (d) rotates with respect to the groove plane (π); and
- translate the groove plane (π) along the rotation axis (r).

9. Method according to the preceding claim, wherein the step of turning the groove (44) causes a rotation of the bisecting line (d) of the nominal arc (h) toward the groove plane (π) during the first half of the service life of the roll (26) and causes a rotation of the bisecting line (d) of the nominal arc (h) away from the groove plane (π) during the second half of the service life of the roll (26).

Il Mandatario

Ing. Giancarlo Belloni

(Iscr. Albo No. 1113 B)

Della Dragotti & Associati Srl

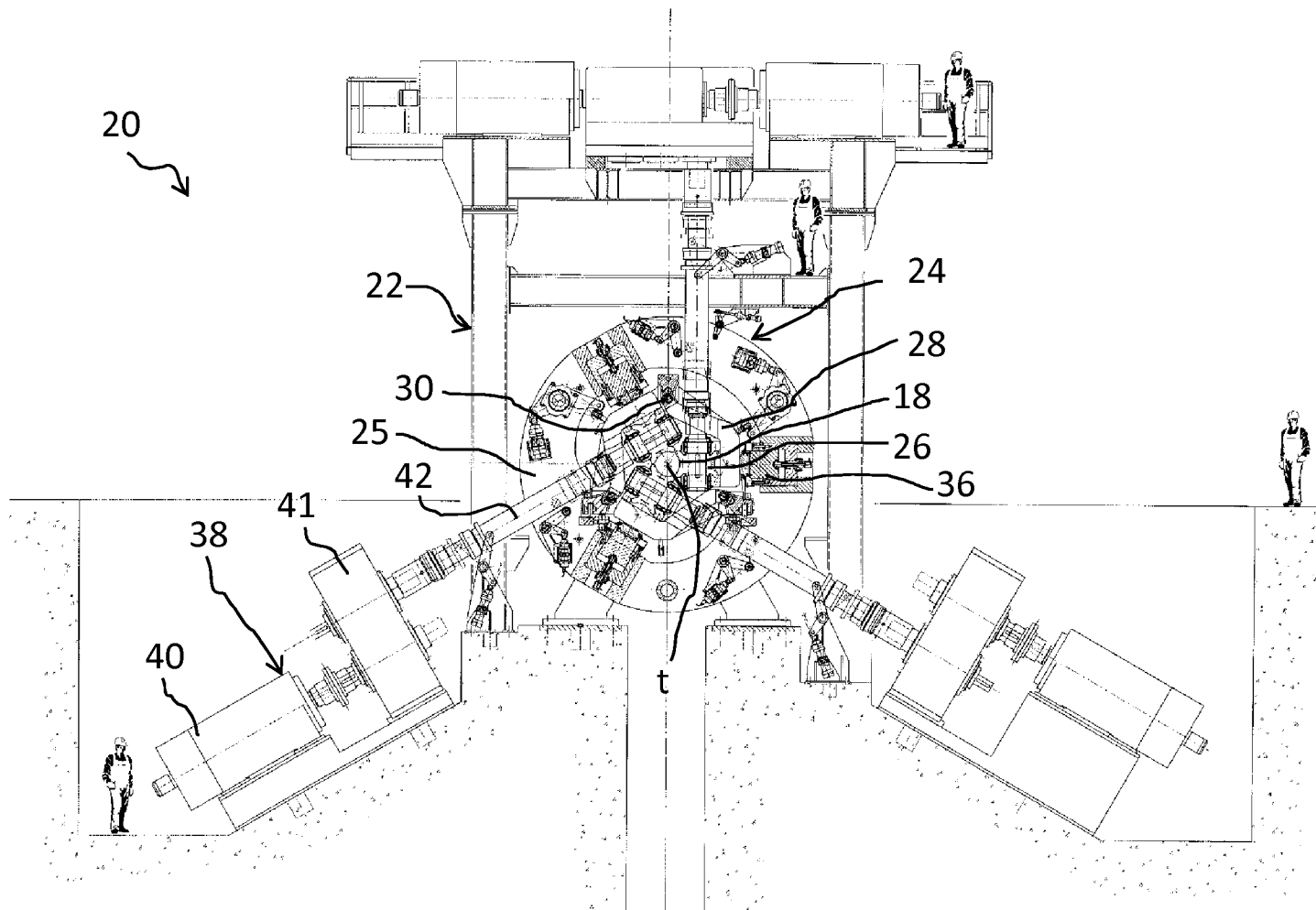


Fig. 1

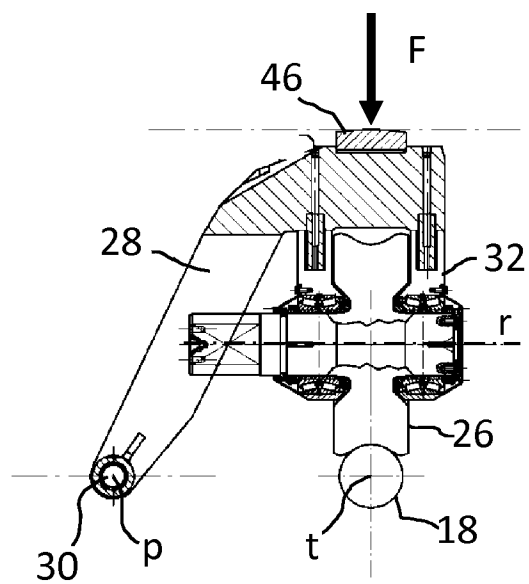


Fig. 2

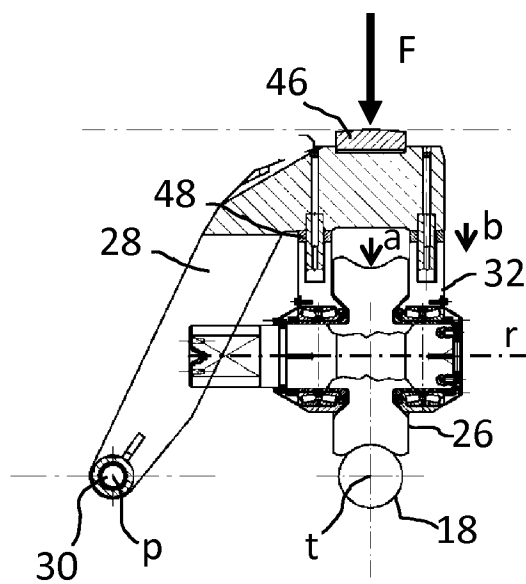


Fig. 3

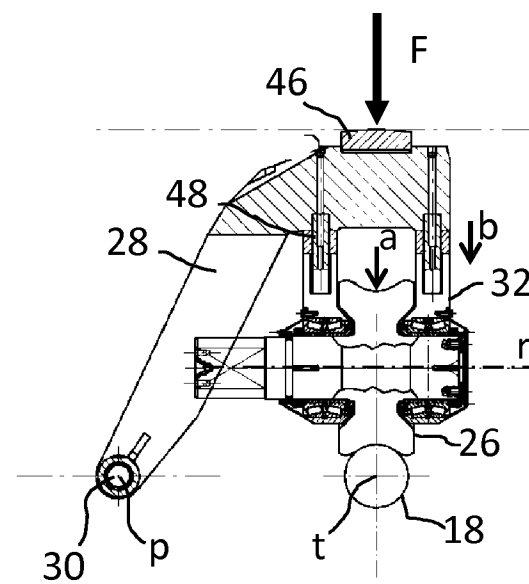


Fig. 4

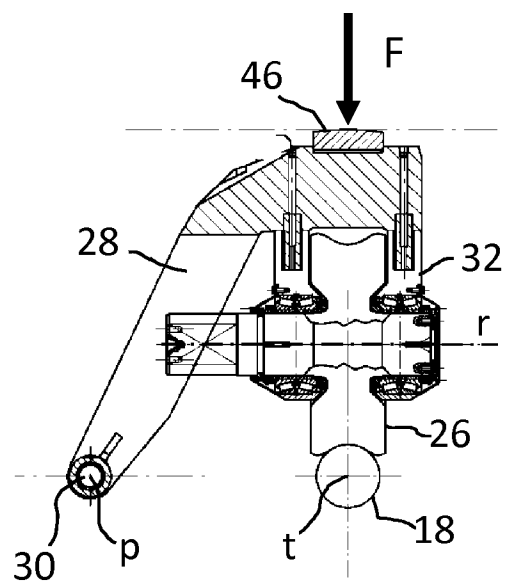


Fig. 5

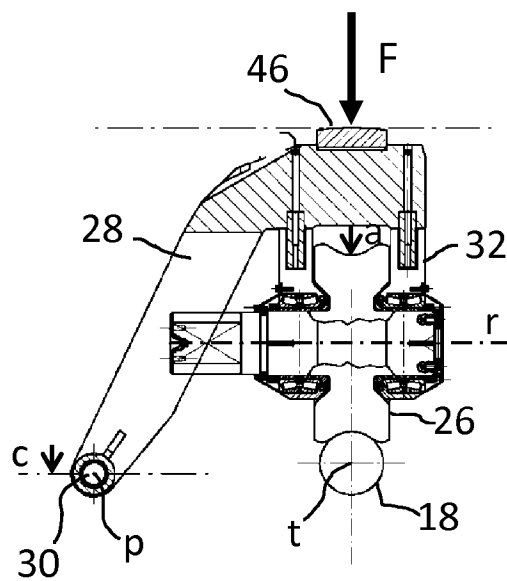


Fig. 6

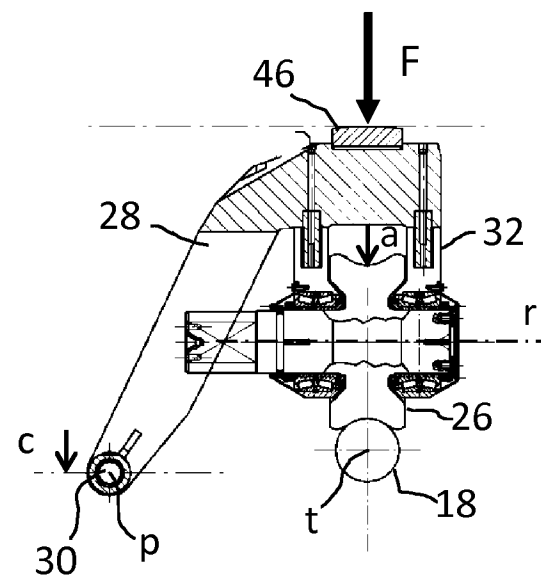


Fig. 7

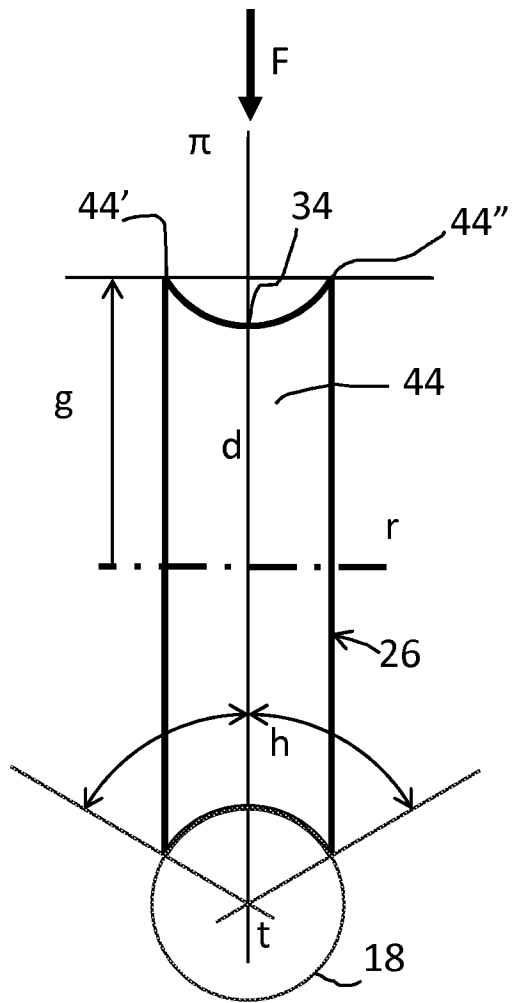


Fig. 8

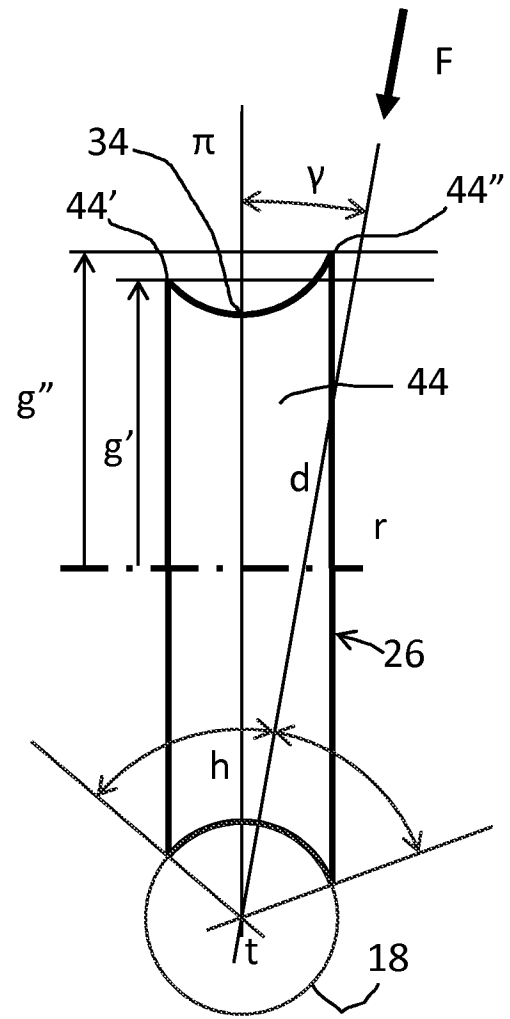


Fig. 9

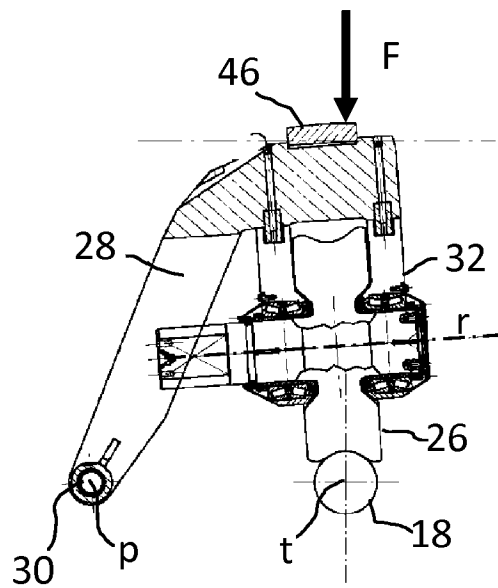


Fig. 10

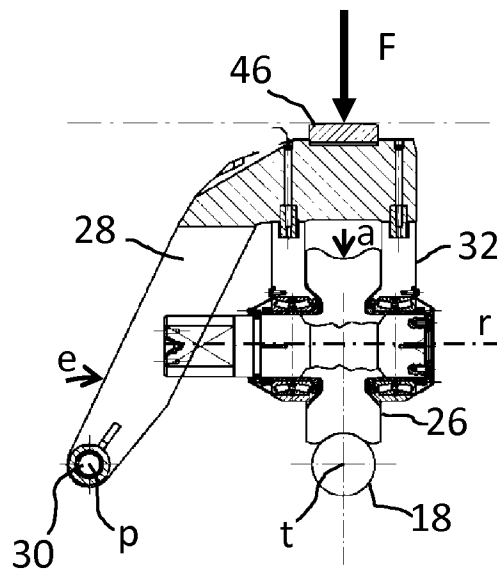


Fig. 11

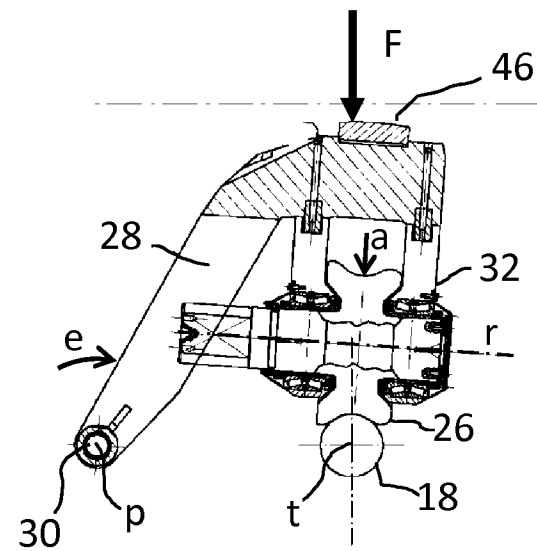


Fig. 12

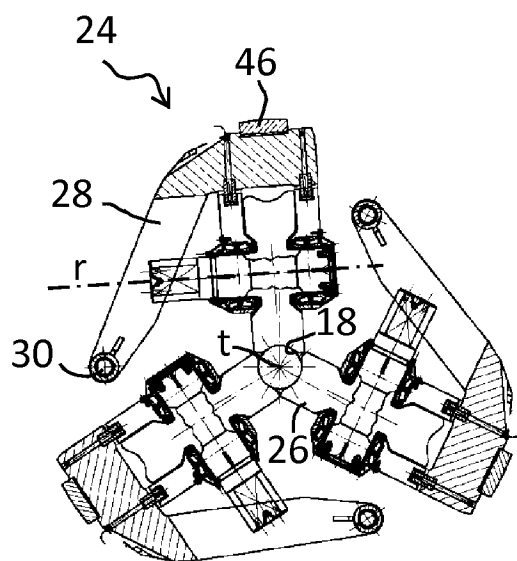


Fig. 13

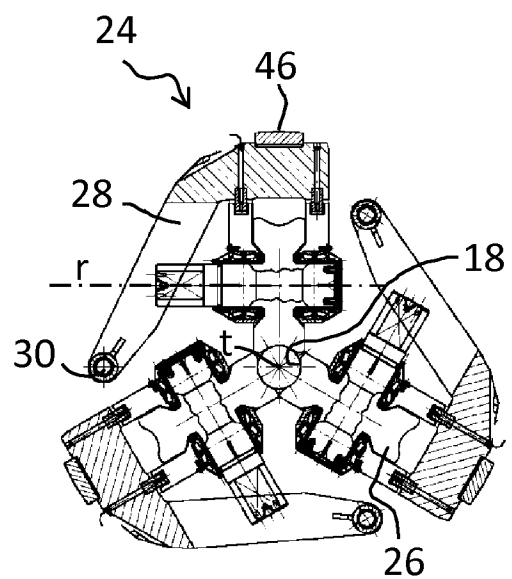


Fig. 14

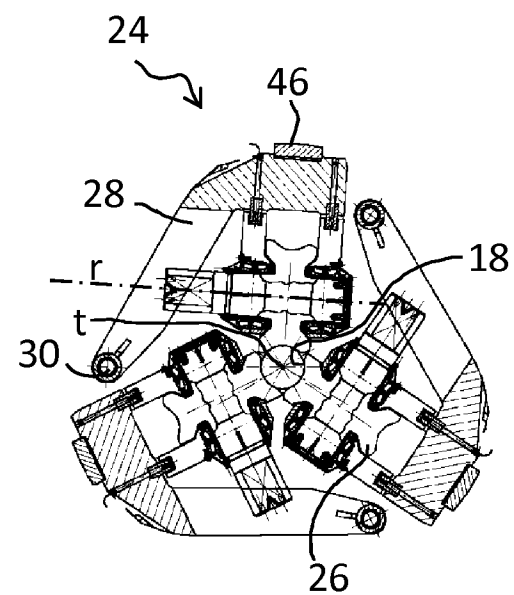


Fig. 15

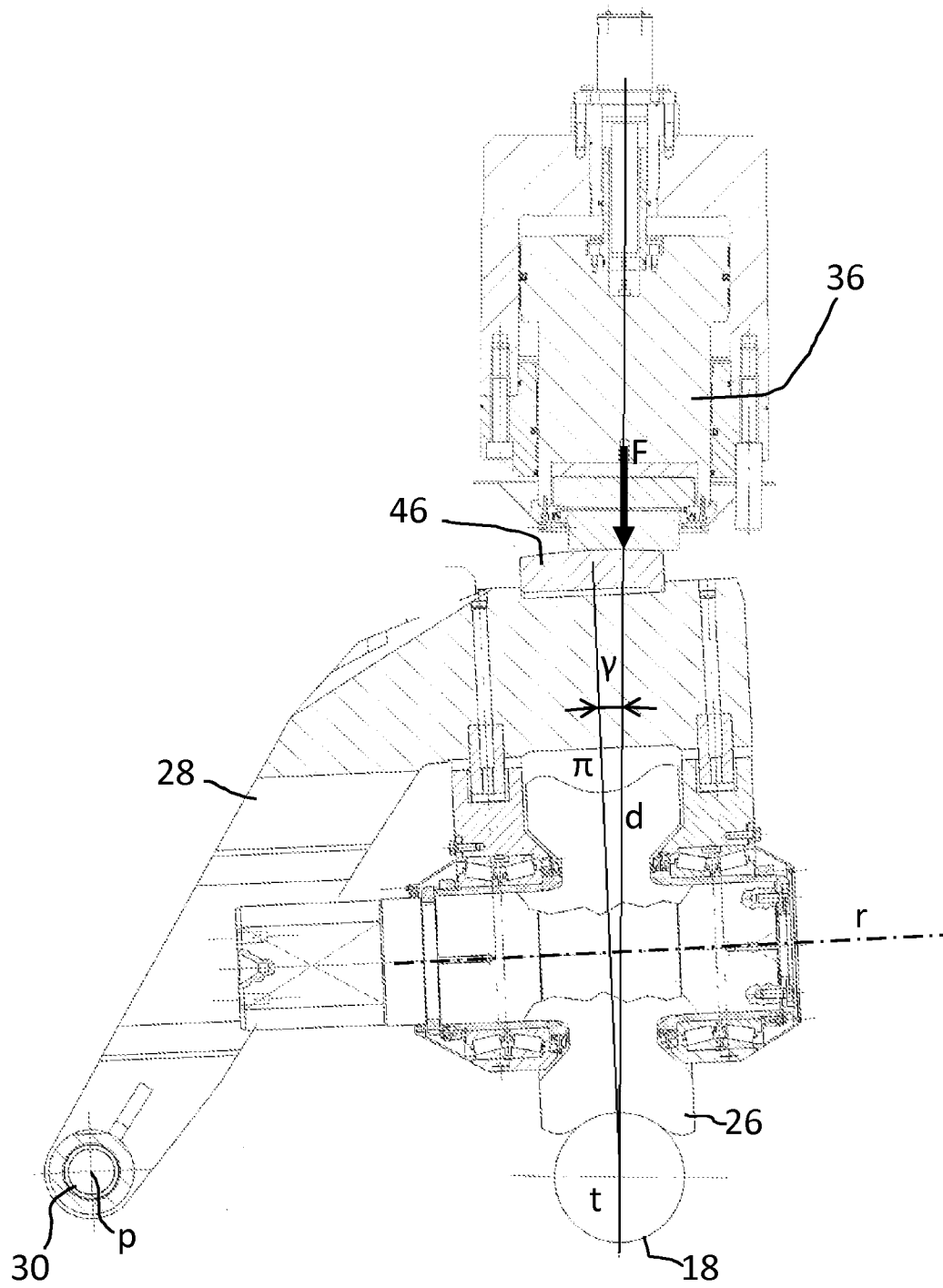


Fig. 16

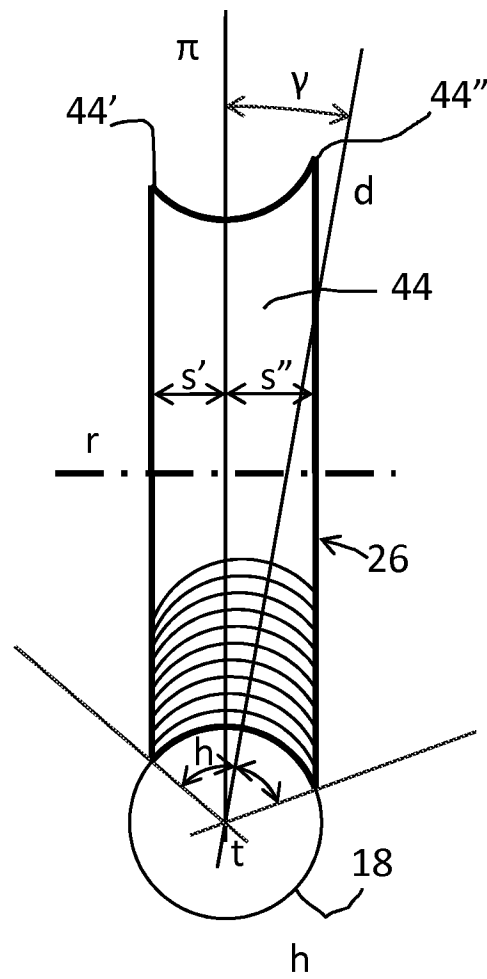


Fig. 17

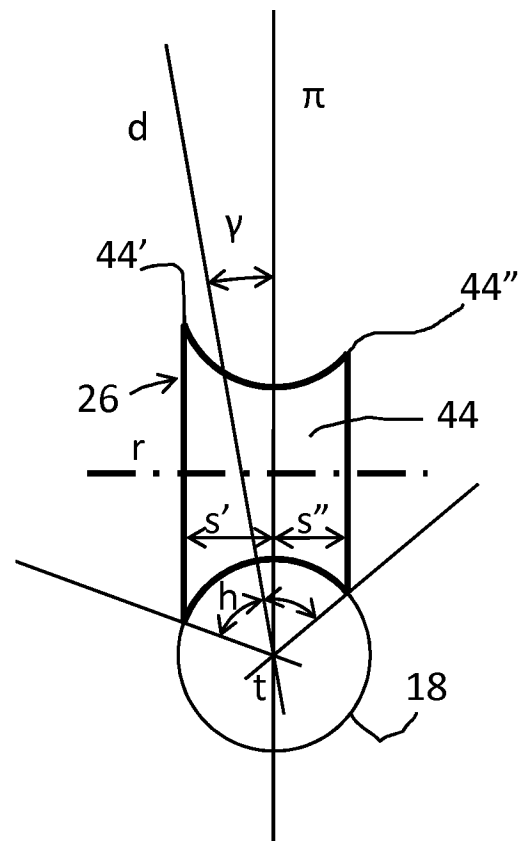


Fig. 18