

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102010901839331A1

Publication Date

20111114

Applicant

ARCOTRONICS INDUSTRIES S.R.L. ORA KEMET ELECTRONICS S.R.L.

Title

METODO DI PRODUZIONE DI DISPOSITIVI DI ACCUMULO DI ENERGIA
ELETTRICA

ARCOTRONICS INDUSTRIES S.R.L.

Descrizione di invenzione industriale

Inventori: BACCI Giancarlo, NANNI Fabrizio, VACCARI Mauro.

Depositata il

5 **METODO DI PRODUZIONE DI DISPOSITIVI DI ACCUMULO DI ENERGIA
ELETTRICA**

Background dell'invenzione

[0001] L'invenzione concerne un metodo di produzione di dispositivi di accumulo di energia elettrica, in particolare dispositivi di accumulo aventi una pila di catodi e anodi alternativamente affacciati tra loro con l'interposizione di un separatore dielettrico.

[0002] In modo specifico, ma non esclusivo, l'invenzione può riguardare la produzione di vari tipi di dispositivi di accumulo - quali batterie al litio, supercondensatori, unità per il trattamento elettrochimico di liquidi (ad esempio ossigenatori per acqua), condensatori elettrostatici, celle combustibili, eccetera - in cui un separatore di elettrodi è formato da un unico nastro continuo ripiegato più volte in un'unica direzione di piegatura.

[0003] Tra i dispositivi noti di accumulo di energia elettrica, le batterie al litio sono in grado di fornire un voltaggio relativamente elevato con un ottimo rapporto energia-peso. Sono noti vari sistemi per la fabbricazione di batterie al litio aventi una pila di catodi e anodi piatti alternativamente affacciati tra loro e separati da un separatore. È noto in particolare produrre una batteria al litio con un separatore formato da un unico nastro continuo. In alcuni metodi di fabbricazione noti sono impiegati dei mezzi adesivi per unire gli elettrodi al separatore, in particolare su entrambi i lati di un nastro separatore. In alcuni esempi realizzativi è noto formare la pila di elettrodi mediante il ripiegamento di un nastro separatore più volte a zig-zag; è noto, ad esempio, l'impiego di un apparato che ripiega il nastro in direzioni alternate ("z-folding"). È noto anche, ad esempio da US 2006/0088759 che

mostra un metodo secondo il preambolo della prima rivendicazione, il ripiegamento di un nastro separatore in un'unica direzione di piegatura.

[0004] I sistemi noti per la fabbricazione di dispositivi di accumulo comprendenti una pila di elettrodi affacciati tra loro e separati da un separatore formato da un unico nastro continuo sono migliorabili per vari aspetti.

[0005] In primo luogo è desiderabile ridurre il costo di fabbricazione del dispositivo di accumulo. È inoltre auspicabile la produzione di dispositivi di accumulo dotati di capacità e prestazioni relativamente elevate. Tra gli inconvenienti dell'assemblaggio di una pila di elettrodi con il sistema "z-folding" vi è la ridotta produttività. Tra gli inconvenienti della produzione di un dispositivo di accumulo con un sistema di laminazione degli elettrodi mediante mezzi adesivi vi sono i costi elevati (in particolare dovuti al costo dei mezzi adesivi) e le prestazioni relativamente ridotte del dispositivo di accumulo (in particolare a causa del ridotto trasferimento ionico tra le celle elettrochimiche dovuto ai mezzi adesivi).

Sommario dell'invenzione

[0006] Uno scopo dell'invenzione è di fornire un metodo per la produzione di dispositivi di accumulo di energia elettrica comprendenti una pila di elettrodi affacciati e separati tra loro da un unico nastro continuo.

[0007] Un vantaggio è di produrre dispositivi di accumulo di energia in modo semplice ed economico.

[0008] Un vantaggio è di rendere disponibile un metodo in grado di produrre dispositivi di accumulo di energia elettrica in modo preciso e affidabile.

[0009] Un vantaggio è di dare luogo a un dispositivo di accumulo di energia elettrica di semplice costruzione e di elevata affidabilità.

[0010] Un vantaggio è di produrre un dispositivo di accumulo avente una pila di elettrodi assemblata mediante il ripiegamento di un nastro separatore continuo in un'unica

direzione di piegatura.

[0011] Un vantaggio è di consentire la formazione di una pila di elettrodi senza la necessità di usare dei mezzi adesivi per mantenere gli elettrodi nella posizione

5 desiderata durante l'assemblaggio della pila.

[0012] Tali scopi e vantaggi, e altri ancora, sono raggiunti dal metodo e/o dal dispositivo di accumulo di una o più delle rivendicazioni sotto riportate.

Breve descrizione dei disegni

10 [0013] L'invenzione potrà essere meglio compresa ed attuata con riferimento agli allegati disegni che ne illustrano un esempio non limitativo di attuazione.

[0014] La figura 1 è uno schema, in elevazione verticale, di un apparato per la produzione di dispositivi di accumulo
15 di energia elettrica.

[0015] La figura 2 è una vista in pianta dall'alto dello schema di apparato di figura 1.

[0016] La figura 3 è un particolare ingrandito di figura 1 comprendente il percorso di avanzamento del nastro 5
20 separatore recante gli elettrodi a partire dai rulli 9 fino al dispositivo 16 di avvolgimento che forma la pila di elettrodi e al dispositivo 17 di taglio che separa la pila formata dal resto nel nastro 5.

[0017] Le figure da 4a a 4d sono quattro viste in pianta
25 dall'alto che mostrano quattro possibili modi di disposizione degli elettrodi (catodi C e anodi A) lungo il percorso di avanzamento di figura 3 (con il nastro 5 sottostante non rappresentato per maggior chiarezza).

[0018] La figura 5 è un particolare ingrandito di figura 3 comprendente la zona ove il dispositivo 16 di avvolgimento
30 per la formazione della pila di elettrodi esegue una serie di capovolgimenti della pila P in formazione mediante i quali il nastro separatore viene avvolto attorno agli elettrodi.

[0019] La figura 6 è la figura 5 alla quale sono state
35 asportate alcune parti per meglio evidenziare gli elementi di pressione 23 e 24, che contribuiscono alla stabilità della

pila P in assemblaggio durante il suo capovolgimento, e gli elementi taglienti (lama e contro-lama) del dispositivo di taglio 17, che separano la pila già formata dal nastro 5.

[0020] La figura 7 è la figura 5 alla quale sono state 5 asportate alcune parti per meglio evidenziare la porzione terminale del dispositivo di supporto 12 del nastro 5 recante gli elettrodi A e C e una parte del supporto rotante (con asse di rotazione mobile) che pone in rotazione gli organi che capovolgono la pila P durante il suo assemblaggio.

[0021] La figura 8 è uno schema di una sequenza di 10 posizioni, numerate nell'ordine da i a x, assunte dal primo elettrodo durante il primo capovolgimento all'inizio dell'assemblaggio della pila P, per mettere in particolare evidenza lo spostamento R della zona mediana dell'elettrodo e 15 lo spostamento T della estremità dell'elettrodo disposta in prossimità della linea di piegatura del nastro.

[0022] La figura 9 è una vista frontale del dispositivo di avvolgimento 16 all'inizio dell'assemblaggio della pila, con 20 alcune linee tratteggiate ed interrotte che mostrano la posizione di disimpegno di alcuni organi operativi del dispositivo al termine della costruzione della pila.

[0023] La figura 10 è un particolare di figura 9.

[0024] La figura 11 è una vista in pianta dall'alto del dispositivo di avvolgimento 16 di figura 9.

[0025] La figura 12 è un particolare di figura 11.

[0026] La figura 13 è una vista frontale del dispositivo di avvolgimento 16, come quella di figura 9, al termine 25 dell'assemblaggio della pila, prima che gli elementi di presa siano sfilati dall'interno della pila spostando alcuni 30 organi operativi nella posizione di disimpegno.

[0027] Le figure da 14 a 16 mostrano tre fasi del funzionamento degli elementi di pressione 23 e 24.

[0028] La figura 17 mostra la pila di elettrodi con 35 evidenziato l'asse di rotazione del primo elettrodo che, durante l'assemblaggio della pila, viene afferrato e ruotato dal dispositivo di avvolgimento 16, e che, al termine

dell'assemblaggio della pila, si trova al centro della pila.

[0029] La figura 18 è una vista in pianta dall'alto della pila di figura 17.

[0030] La figura 19 è un ingrandimento della pila già

5 assemblata di figura 17.

Descrizione dettagliata

[0031] Facendo riferimento alle suddette figure, è stato indicato nel suo complesso con 1 un apparato per la produzione di dispositivi di accumulo di energia elettrica 10 comprendenti una pila di catodi C e anodi A alternati e affacciati tra loro con l'interposizione di un separatore.

[0032] Con 2 sono stati indicati i magazzini ove sono disposti gli elettrodi (catodi C e anodi A) che andranno a formare la pila del dispositivo di accumulo. Con 3 è stato 15 indicato un dispositivo di trasporto (di tipo noto) degli elettrodi (piatti) che può comprendere, come nel caso specifico, un organo flessibile ad anello chiuso (ad esempio un nastro trasportatore). È possibile, come nel caso specifico, che il dispositivo di trasporto sia dotato di 20 mezzi pneumatici per il trattenimento in posizione (mediante aspirazione) degli elettrodi, quali ad esempio un nastro trasportatore con mezzi di aspirazione per far aderire gli elettrodi al nastro. Con 4 è stato indicato un dispositivo di carico (di tipo noto) per prelevare gli elettrodi dai 25 magazzini (anche due o più elettrodi alla volta, nel caso specifico quattro elettrodi alla volta) e trasferirli al dispositivo di trasporto. Il dispositivo di carico 4 può comprendere, come nel caso specifico, un dispositivo di trasferimento del tipo "pick-and-place", che può operare, ad 30 esempio, con mezzi a ventosa per prendere gli elettrodi dai magazzini e deporli sul nastro trasportatore.

[0033] Con 5 è stato indicato un nastro continuo, realizzato in materiale dielettrico (di tipo noto), che avrà 35 la funzione di separatore interposto tra gli elettrodi all'interno della pila. Il nastro 5 viene svolto, in modo noto, da una bobina 6.

[0034] Con 7 è stato indicato un dispositivo di inserimento (di tipo noto, ad esempio del tipo a pinze) configurato per prelevare gli elettrodi (catodi C e anodi A) che avanzano alimentati dal dispositivo di trasporto 3 e per 5 inserire tali elettrodi sul nastro 5 continuo separatore mentre questo viene svolto in continuo dalla bobina 6. Il dispositivo di inserimento 7 può essere configurato per trasferire gli elettrodi ad uno ad uno mediante un movimento alternato di andata e ritorno (coordinato con un movimento di 10 apertura e chiusura di mezzi di presa che afferrano l'elettrodo) tra una posizione di prelevamento dell'elettrodo (dal dispositivo di trasporto 3) e una posizione di rilascio (per consentire l'inserimento e la laminazione sul nastro 5). Con 8 è stato indicato un sensore (di tipo noto) per il 15 rilevamento della posizione degli elettrodi da inserire sul nastro 5. Il sensore 8 può comprendere, come nel caso specifico, un sensore di tipo ottico, ad esempio un sistema di visione, che opera in una zona (di estremità) del dispositivo di trasporto 3. Il sensore 8 e il dispositivo di inserimento 7 sono collegati ad una unità di controllo 20 configurata per controllare (in modo noto) il dispositivo di inserimento 7 sulla base di un segnale emesso dal sensore 8, in modo da correggere eventuali errori di posizionamento degli elettrodi. Con 9 sono stati indicati dei rulli tra i 25 quali viene fatto passare il nastro 5 continuo e tra i quali vengono inoltre inseriti (ad uno ad uno) gli elettrodi.

[0035] Con 10 è stato indicato un film (in materiale plastico) di protezione degli elettrodi disposti sul lato superiore del nastro 5 in avanzamento. Il film 10 di 30 protezione viene svolto in continuo da una bobina 11.

[0036] Con 12 è stato indicato un dispositivo di supporto del nastro 5 continuo separatore che avanza recando sul proprio lato superiore gli elettrodi (catodi C e anodi A secondo una determinata sequenza). Il dispositivo di supporto 35 12 potrà comprendere un elemento scorrevole che definirà un piano di supporto (orizzontale) scorrevole per il supporto

del nastro 5. In particolare il dispositivo di supporto 12 può comprendere, come nel caso specifico, un organo flessibile ad anello chiuso (ad esempio un nastro scorrevole di supporto) avente mezzi motori per azionare lo scorrimento dell'organo flessibile. L'organo flessibile potrà avere un ramo superiore (orizzontale) configurato per definire il piano di trasporto (scorrevole) sul quale può avanzare il nastro 5 recante gli elettrodi.

[0037] Con 13 è stato indicato un dispositivo di stabilizzazione degli elettrodi portati dal nastro 5 continuo separatore. Tale dispositivo di stabilizzazione opera, tra l'altro, per consentire l'evacuazione di aria indesiderata che può restare interposta tra gli elettrodi e il nastro 5 separatore. Il dispositivo di stabilizzazione 13 potrà comprendere un elemento scorrevole che definirà un piano (orizzontale) parallelo e sovrapposto al piano di supporto definito dal dispositivo di supporto 12. Il dispositivo di stabilizzazione 13 può comprendere, come nel caso specifico, un organo flessibile ad anello chiuso (ad esempio del tipo a nastro scorrevole) avente mezzi motori per azionare lo scorrimento dell'organo flessibile. L'organo flessibile potrà avere un ramo inferiore (orizzontale) scorrevole configurato per cooperare con il piano di trasporto (scorrevole) in modo da esercitare una leggera pressione di stabilizzazione (e di evacuazione aria) sugli elettrodi portati dal nastro 5. Tale pressione di stabilizzazione potrà consentire di eliminare eventuali bolle d'aria presenti tra gli elettrodi e il nastro 5 separatore. Tra gli elettrodi sul nastro 5 e il dispositivo di stabilizzazione 13 viene interposto il film 10 di protezione, anch'esso scorrevole.

[0038] Con 14 è stato indicato un sensore per il rilevamento della posizione degli elettrodi disposti sul nastro 5 separatore. In particolare il sensore 14 è configurato per misurare la distanza tra due elettrodi consecutivi. Il sensore 14 può comprendere, come nel caso specifico, un sensore di tipo ottico, ad esempio un sistema

di visione, che opera sul nastro 5 in avanzamento recante gli elettrodi. Con 15 è stata indicata una bobina di riavvolgimento del film di protezione 10.

[0039] Con 16 è stato indicato un dispositivo di avvolgimento per la formazione della pila di elettrodi (catodi C e anodi A) a partire dal prodotto (alimentato nella direzione di avanzamento X) formato dal nastro 5 e dagli elettrodi C e A portati dal nastro. Il dispositivo di avvolgimento 16 esegue una serie di capovolgimenti di una pila P in fase di assemblaggio in modo da avvolgere il nastro separatore 5 attorno agli elettrodi C e A. All'inizio delle operazioni di assemblaggio della pila, la pila in costruzione sarà formata da un solo elettrodo (il primo elettrodo della disposizione di elettrodi) che sarà il primo ad essere capovolto. Al primo capovolgimento il primo elettrodo sarà capovolto su una regione di nastro vuota (avente dimensioni tali da poter ricevere un elettrodo, ma inizialmente non occupata da alcun elettrodo). Al termine di ogni successivo capovolgimento (eseguito, come il primo, compiendo una rotazione di 180° in direzione F attorno ad un asse di rotazione mobile, sempre nella stessa direzione F di capovolgimento, come sarà meglio spiegato in seguito) la pila in costruzione si andrà a sovrapporre al successivo elettrodo (catodo C o anodo A) che si andrà quindi ad aggiungere alla pila in costruzione che sarà quindi capovolta nella successiva rotazione di 180°.

[0040] Come detto, il dispositivo di avvolgimento 16 e il suo funzionamento verranno descritti in maggior dettaglio nel prosieguo. Il sensore 14 e il dispositivo di avvolgimento 16 possono essere collegati ad una unità di controllo configurata per controllare il dispositivo di avvolgimento 16 sulla base di un segnale emesso dal sensore 14, in modo da tener conto di eventuali errori di posizionamento degli elettrodi, in particolare di errori nella distanza tra due elettrodi consecutivi.

[0041] Con 17 è stato indicato un dispositivo di taglio,

di tipo noto, per separare la pila già assemblata dal resto del nastro 5 continuo separatore. Il dispositivo di taglio 17 può comprendere, come nel caso specifico, una lama e una contro lama mobili l'una rispetto all'altra e cooperanti tra loro per il taglio trasversale del nastro 5 per consentire il distacco e il successivo allontanamento della pila già assemblata e la formazione della pila successiva.

[0042] Con 18 è stato indicato un dispositivo (di tipo noto) di trasferimento della pila già assemblata (e separata dal nastro 5) alle successive stazioni di lavoro. Il dispositivo di trasferimento 18 può comprendere un organo di presa (ad esempio del tipo a pinza) per afferrare la pila. L'organo di presa può essere mobile (ad esempio portato da un equipaggio rotante attorno ad un asse orizzontale) in modo da assumere una posizione di prelievo della pila (ad esempio immediatamente a valle del dispositivo di taglio 17) e una posizione di consegna della pila ad un sistema di trasporto. La posizione di consegna può essere, come nel caso specifico, ruotata di 180° rispetto alla posizione di prelievo. Il sistema di trasporto può essere configurato per alimentare le pile già assemblate attraverso un percorso prestabilito lungo il quale sono disposte delle eventuali ulteriori stazioni di lavoro, quali ad esempio, una stazione 19 di saldatura del separatore, una stazione 20 di esecuzione di un test elettrico, una stazione 21 di esecuzione di un test dimensionale, fino ad una uscita 22.

[0043] Nelle figure 4a e 4b sono illustrati due possibili modi di disporre gli elettrodi (catodi C e anodi A) sul nastro 5 continuo separatore (non illustrato per maggior chiarezza). In figura 4a, il primo elettrodo della fila di elettrodi con cui sarà formata la pila di elettrodi è un catodo, seguito da uno spazio vuoto non occupato da un elettrodo, a sua volta seguito da una successione di due anodi e due catodi. In figura 4b, il primo elettrodo della fila è un anodo, seguito da uno spazio vuoto non occupato da un elettrodo, a sua volta seguito da una successione di due

catodi e due anodi. Nel caso specifico gli elettrodi sono piatti e rettangolari. Tra ogni elettrodo e l'elettrodo successivo è prevista una linea di piegatura del nastro (soltanto tra il primo e il secondo elettrodo sono previste 5 due linee di piegatura che delimitano lo spazio vuoto di nastro non occupato da un elettrodo). La distanza tra gli elettrodi è scelta in modo da tener conto del fatto che, proseguendo nell'avvolgimento, la pila aumenta lo spessore, per cui tale distanza aumenterà progressivamente dal primo 10 all'ultimo elettrodo della sequenza di elettrodi. Ogni elettrodo ha un terminale (o collettore) elettrico, ad esempio in forma di linguetta sporgente da un lato (corto) dell'elettrodo. La disposizione degli elettrodi sul nastro 5 è fatta in modo che, una volta costruita la pila, ogni anodo 15 A sia affacciato ed alternato a un catodo C (con l'interposizione di un singolo strato del nastro separatore), e in modo che (negli esempi delle figure 4a e 4b) i terminali elettrici degli anodi A siano tutti tra loro allineati da una parte di un lato della pila, mentre i terminali elettrici dei 20 catodi C siano tutti tra loro allineati e disposti da una parte opposta del lato della pila ad una certa distanza dai terminali degli anodi A. Negli esempi delle figure 4c e 4d, una volta assemblata la pila, i terminali elettrici degli anodi A saranno tutti tra loro allineati su un lato 25 dell'elettrodo, mentre i terminali elettrici dei catodi C saranno tutti tra loro allineati e disposti sul lato opposto della pila. È possibile prevedere altri modi di disposizione degli elettrodi. In particolare è possibile prevedere che tra il primo elettrodo e il secondo elettrodo non vi sia una 30 porzione vuota di nastro 5, nel qual caso il primo elettrodo sarà già fornito di uno strato separatore (ad esempio un foglio in materiale dielettrico) applicato sulla faccia superiore dell'elettrodo (tale strato separatore superiore può essere applicato prima dell'inserimento degli elettrodi 35 sul nastro 5, nell'ambito dell'apparato 1 oppure all'esterno dell'apparato 1, oppure può essere applicato ripiegando sul

primo elettrodo una porzione di estremità anteriore del nastro 5 non occupata da un elettrodo).

[0044] Il dispositivo di avvolgimento 16 è illustrato in maggior dettaglio nelle figure da 5 a 16. Il dispositivo di avvolgimento 16 comprende un supporto rotante S (azionato a ruotare durante l'avvolgimento sempre nella stessa direzione di rotazione indicata dalla freccia F) attorno ad un asse di rotazione z-z (orizzontale) perpendicolare alla direzione di avanzamento del nastro 5 sul dispositivo di supporto 12 (tale asse di rotazione z-z essendo mobile, come sarà spiegato nel prosieguo). Il supporto S rotante pone in rotazione due dispositivi di pressione che operano in modo alternato sulla pila P durante il suo assemblaggio. Ogni dispositivo di pressione è configurato per applicare una leggera pressione di stabilizzazione su un lato della pila P in fase di assemblaggio (in particolare il lato ove si trova l'ultimo elettrodo che viene aggiunto alla pila in costruzione durante l'avvolgimento). In sostanza i dispositivi di pressione esercitano una leggera pressione per assicurare l'aderenza e la compattazione tra il nastro 5 separatore e la pila P in formazione, affinché la porzione di estremità più avanzata del nastro venga posta in rotazione durante l'avvolgimento.

[0045] Il primo dispositivo di pressione comprende una prima coppia di elementi di pressione 23 e il secondo dispositivo di pressione comprende una seconda coppia di elementi di pressione 24. Ogni coppia di elementi di pressione è configurata per operare su porzioni laterali opposte della pila in costruzione P (figura 11).

[0046] Il supporto S rotante pone inoltre in rotazione un dispositivo di presa che è configurato per prendere il primo elettrodo della disposizione di elettrodi sul nastro 5. Il dispositivo di presa può operare, come nel caso specifico, con un meccanismo di presa del tipo a pinza. Il dispositivo di presa può comprendere una coppia di elementi di presa 25 operanti su porzioni laterali opposte del primo elettrodo (ovverosia operanti su fianchi opposti del primo elettrodo

con riferimento alla direzione di avanzamento X del nastro 5). Ogni elemento di presa 25 può comprendere, come nel caso specifico, due porzioni attive 25a e 25b che operano su porzioni di estremità, anteriore e posteriore (con riferimento alla direzione di avanzamento X del nastro 5), della rispettiva porzione laterale del primo elettrodo. Gli elementi di presa 25 collaborano tra loro per afferrare il primo elettrodo (insieme con la porzione di nastro 5 sottostante al primo elettrodo) e per trascinarlo in rotazione (insieme con il nastro 5) durante la formazione della pila (cioè durante i vari capovolgimenti).

[0047] Come detto, il nastro 5 che avanza portando gli elettrodi C e A viene trasformato nella pila P di elettrodi mediante una serie di capovolgimenti (in direzione F) della pila in costruzione P. La pila P viene assemblata nella porzione più avanzata del nastro 5. Nelle figure 5 e 7 (con maggiore chiarezza in figura 8) viene illustrata la sequenza delle posizioni (numerate con numeri romani da i a x) assunte dal primo elettrodo, all'inizio dell'assemblaggio della pila, durante il suo capovolgimento di 180°. Il primo elettrodo (unitamente al nastro 5) viene quindi afferrato lateralmente dagli elementi di presa 25, mentre gli elementi di pressione 23 premono il nastro 5 contro il primo elettrodo in modo da assicurare la compattezza dell'insieme elettrodo-nastro. Sia gli elementi di presa 25 sia gli elementi di pressione 23 sono azionati in rotazione nella direzione F (e sono portati dal supporto S). Con R (figura 8) sono indicate le varie posizioni assunte in sequenza dall'asse mediano del primo elettrodo durante il capovolgimento dalla posizione i alla posizione x. Con T sono indicate le corrispondenti posizioni assunte in sequenza, durante il capovolgimento di 180°, dall'estremità del primo elettrodo attorno alla quale avviene il ripiegamento del nastro 5 separatore. Le posizioni T corrispondono, in sostanza, alle posizioni assunte dalla linea di piegatura del nastro 5 durante il capovolgimento del primo elettrodo e, sostanzialmente, anche per gli elettrodi

successivi, ovverosia nel corso di ogni capovolgimento successivo fino al termine dell'assemblaggio della pila.

[0048] Ogni successivo capovolgimento comprenderà un ripiegamento (nella stessa direzione di piegatura) del nastro

5 attorno ad una rispettiva linea di piegatura disposta tra la pila P in assemblaggio e l'elettrodo immediatamente successivo (cioè l'elettrodo che sarà l'elettrodo inferiore della pila all'inizio del capovolgimento successivo). Al termine di ogni capovolgimento infatti la pila in
10 assemblaggio P sarà sovrapposta all'elettrodo immediatamente successivo che farà quindi parte della pila in assemblaggio nel capovolgimento successivo. Come detto, il ripiegamento del nastro 5 ha una direzione di piegatura (rappresentata dalla freccia F) uguale per ogni capovolgimento. Si osserva
15 chiaramente dalla figura 8 che durante il capovolgimento la linea di piegatura (corrispondente alla posizione T) avanza nella direzione di avanzamento del nastro 5, restando sostanzialmente nel piano di avanzamento (orizzontale) definito dal prodotto (nastro 5 recante gli elettrodi C e A)
20 che avanza, in modo da evitare movimenti irregolari (sobbalzi) del nastro 5 che potrebbero modificare la corretta posizione degli elettrodi C e A.

[0049] Il supporto S rotante che pone in rotazione gli elementi di presa 25 e gli elementi di pressione 23 e 24

25 potrà ruotare variando la posizione del proprio asse di rotazione z-z, in particolare in modo che la linea di piegatura (posizione T) del nastro 5 rimanga, ad ogni capovolgimento della pila in formazione, sostanzialmente nella direzione X di avanzamento del nastro 5 o nel piano di
30 avanzamento del nastro 5 (ad esempio con lo scopo che gli elettrodi disposti sul nastro in movimento non perdano la loro prestabilita posizione per movimenti irregolari del nastro). In particolare l'asse di rotazione z-z del supporto S rotante sarà in grado di compiere una traiettoria (ad
35 orbita o almeno in parte ad orbita) avente almeno delle porzioni di traiettoria con moto verticale ascendente e

descendente (trasversale alla direzione di avanzamento X del nastro 5) e/o porzioni di traiettoria con moto orizzontale (parallelo alla direzione di avanzamento X del nastro) in avanti e all'indietro (ove avanti e indietro va inteso con riferimento alla direzione di avanzamento X del nastro 5).

[0050] Come detto, durante l'avvolgimento (ovverosia durante i vari capovolgimenti di 180° della pila in costruzione attorno alle successive linee di piegatura del nastro 5) il primo elettrodo (ovverosia l'elettrodo che è stato capovolto per primo all'inizio della formazione della pila) è mantenuto afferrato dal dispositivo di presa (comprendente nella fattispecie gli elementi di presa 25 laterale). Gli elementi di presa 25 sono dotati della possibilità di disimpegnarsi dalla pila assemblata al termine dell'avvolgimento. Il disimpegno potrà comprendere l'apertura degli elementi di presa (ad esempio nel caso di elementi di presa del tipo a pinza), con un movimento di lieve entità per non danneggiare la pila appena assemblata nella quale si trovano gli elementi di presa, seguito da un movimento di sfilamento che può comprendere, come nel caso specifico, un reciproco allontanamento dei due elementi di presa 25 in direzione orizzontale (in figura 9 è accennata con linea tratteggiata la posizione di reciproco allontanamento dei due semi-elementi rotanti contrapposti che compongono il supporto S e che supportano gli elementi di presa 25 e, inoltre, gli elementi di pressione 23 e 24).

[0051] Nelle figure da 14 a 16 è illustrato schematicamente il funzionamento degli elementi di pressione 23 e 24 (in queste figure il nastro separatore che avanza nella direzione di avanzamento X non è stato illustrato per maggiore chiarezza). All'inizio del capovolgimento una delle coppie di elementi di pressione (nell'esempio illustrato la coppia indicata con 23) opera sulla porzione anteriore (con riferimento alla direzione di avanzamento X) della pila P in assemblaggio, premendo dal basso verso l'alto. I primi elementi di pressione 23 sono comandati ad assumere una

posizione attiva di bloccaggio (vedi figura 10 o 12) in cui possono interagire a contatto con la pila P in assemblaggio, mentre i secondi elementi di pressione 24 sono in una posizione inattiva di non interferenza (vedi figura 10 o 12)

5 in cui non interagiscono con la pila e possono ruotare senza interferire con il nastro separatore.

[0052] In figura 15, dopo una rotazione di determinata ampiezza (maggiore di 90°, uguale ad esempio a circa 145° come nell'esempio specifico), i primi elementi di pressione 10 23 iniziano a spostarsi verso la posizione inattiva di non interferenza in cui non interagiscono con la pila. In figura 16, dopo una rotazione di determinata ampiezza (maggiore di 90°, uguale ad esempio a circa 172° come nell'esempio specifico), i secondi elementi di pressione 24 iniziano a 15 spostarsi verso la posizione attiva o di bloccaggio in cui possono interagire a contatto con la pila P in costruzione. Dopodiché, terminata una rotazione di 180°, inizia un altro capovolgimento con gli elementi di pressione 23 e 24 che operano in modo alternato. Lo spostamento in chiusura (verso 20 il bloccaggio) di un elemento di pressione può essere comandato dopo lo spostamento in apertura (verso la non interferenza) dell'altro elemento di pressione, come nell'esempio specifico. Gli spostamenti in apertura e in chiusura degli elementi di pressione 23 e 24 possono essere 25 azionati in modo meccanico, ad esempio mediante un meccanismo a camme 26 avente un profilo di guida delle camme a base circolare coassiale all'asse di rotazione z-z.

[0053] Nelle figure da 14 a 16 è chiaramente visibile lo spostamento dell'asse di rotazione z-z (orizzontale) del 30 dispositivo di avvolgimento 16 in direzione (verticale) perpendicolare alla direzione X (orizzontale) di avanzamento del nastro 5 separatore.

[0054] In maggiore dettaglio, ogni elemento di pressione 23 o 24 comprende, nell'esempio specifico qui illustrato, un 35 carro 27, un braccio 28 e un organo di contatto 29. Il carro 27 è accoppiato al supporto S rotante ed è mobile (ad esempio

potrà comprendere una slitta scorrevole lungo guide di scorrimento) in direzione parallela all'asse di rotazione z-z del supporto rotante (per consentire l'avvicinamento e l'allontanamento rispetto al fianco della pila P). Il braccio 5 28 è impenniato al carro 27 attorno un perno di rotazione (con asse orizzontale e trasversale all'asse di rotazione z-z) con possibilità di avvicinamento e allontanamento rispetto ad una faccia (piatta) della pila. L'organo di contatto 29 è un elemento di estremità del braccio 28, configurato per il 10 contatto con la pila P in assemblaggio. L'organo di contatto 29 può essere accoppiato al braccio 28 mediante un perno di rotazione. Ogni elemento di presa 25 potrà comprendere una pinza portata da un ulteriore carro 30 accoppiato al supporto S rotante (ad esempio una slitta scorrevole lungo guide di scorrimento). L'ulteriore carro 30 è mobile in direzione parallela all'asse di rotazione z-z del supporto S rotante, per consentire, al termine della formazione della pila, lo sfilamento della pinza dalla pila mediante un allontanamento 15 dal fianco della pila stesso.

20 [0055] In figura 19 è illustrata la pila di elettrodi C e A realizzata con l'apparato e il metodo sopra descritti. I vari elettrodi sono affacciati tra loro. I catodi C e gli anodi A sono disposti in modo alternato. Il separatore dielettrico comprende un unico nastro 5 avvolto attorno gli 25 elettrodi, in cui il lembo di estremità iniziale (indicato con 51) del nastro è situato al centro della pila (in prossimità dei, o interposto tra i, due elettrodi più centrali all'interno della pila), e il lembo di estremità finale (indicato con 52) del nastro è situato all'esterno della pila. Il nastro 5 separatore è avvolto, a partire 30 dall'estremità iniziale fino all'esterno della pila, sempre nella medesima direzione di avvolgimento.

Modena, 14/05/2010

Per Incarico

LUPPI CRUGNOLA & PARTNERS S.R.L.

Viale Corassori 54 - 41124 Modena

Dott. Ing. Pietro Crugnola

5

RIVENDICAZIONI

1. Metodo per la produzione di un dispositivo di accumulo di energia elettrica, detto dispositivo di accumulo comprendendo una pila di catodi e anodi alternati e affacciati tra loro e separati da un nastro continuo ripiegato, detto metodo comprendendo le fasi di:
 - alimentare in una direzione (X) di avanzamento un prodotto comprendente detto nastro (5) continuo disteso e una disposizione di elettrodi su un lato di detto nastro continuo;
 - formare una prima pila intermedia in cui il primo elettrodo di detta disposizione di elettrodi è interposto tra un primo e un secondo strato di separazione, almeno detto primo strato di separazione comprendendo una porzione di detto nastro (5) continuo;
 - capovolgere detta prima pila intermedia, detto capovolgere comprendendo ripiegare detto nastro (5) continuo attorno ad una linea di piegatura (T) disposta dopo detta prima pila intermedia in modo da sovrapporre detta prima pila intermedia ad una porzione di prodotto disposta dopo detta prima pila intermedia, detta porzione di prodotto comprendendo il secondo elettrodo di detta disposizione di elettrodi, detto sovrapporre dando luogo ad una seconda pila intermedia che comprende detta porzione di prodotto e detta prima pila intermedia;
 - ripetere detta fase di capovolgere, ogni volta per ogni elettrodo successivo al secondo, fino ad assemblare detta pila;caratterizzato dal fatto che detta disposizione di elettrodi comprende una sequenza di catodi (C) e anodi (A) disposta in detta direzione di avanzamento.
2. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui:
 - detta sequenza di catodi (C) e anodi (A) comprende almeno due elettrodi di un segno disposti l'uno di

- seguito all'altro, immediatamente seguiti da due elettrodi di segno opposto disposti l'uno di seguito all'altro;
- durante detta fase di capovolgere, detta linea di piegatura avanza in detta direzione (X) di avanzamento mantenendosi lungo un piano di avanzamento di detto nastro (5);
 - detto secondo strato di separazione comprende una porzione di estremità di detto nastro continuo;
 - detta fase di formare una prima pila intermedia comprende capovolgere detta porzione di estremità;
 - detta fase di alimentare comprende:
 - i) disporre un elemento scorrevole che esercita una pressione su detto lato di prodotto su cui è presente detta disposizione di elettrodi;
 - ii) interporre un film di protezione scorrevole tra detti elettrodi e detto elemento scorrevole premente; e
 - iii) disporre un elemento scorrevole di supporto su un ulteriore lato di detto prodotto opposto a detto lato sul quale è presente detta disposizione di elettrodi.
3. Metodo secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui, durante detta fase di capovolgere, detta linea di piegatura avanza in detta direzione (X) di avanzamento.
4. Metodo secondo la rivendicazione 3, in cui detto prodotto avanza lungo un piano di avanzamento, e in cui, durante detta fase di capovolgere, detta linea di piegatura avanza in detto piano di avanzamento.
5. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 4, in cui detto secondo strato di separazione comprende una porzione di estremità di detto nastro (5) continuo, e in cui detta fase di formare una prima pila intermedia comprende capovolgere detta porzione di estremità.
6. Metodo secondo la rivendicazione 5, in cui il primo elettrodo di detta disposizione di elettrodi è disposto

su detta porzione di estremità di detto nastro continuo, e in cui detta fase di formare una prima pila intermedia comprende capovolgere detta porzione di estremità insieme con detto primo elettrodo in modo da sovrapporre detto primo elettrodo a detta porzione di detto nastro continuo che forma detto primo strato di separazione.

5 **7.** Metodo secondo la rivendicazione 6, in cui, in detta disposizione di elettrodi, il primo elettrodo ha un segno, positivo o negativo, ed è seguito da detta porzione di nastro continuo che formerà detto primo strato di separazione e che è una porzione vuota di nastro continuo in grado di ricevere un elettrodo ma non occupata da alcun elettrodo, il secondo elettrodo essendo successivo a detta porzione vuota ed avendo un segno opposto rispetto al segno del primo elettrodo, il terzo elettrodo successivo a detto secondo elettrodo avendo lo stesso segno di detto secondo elettrodo.

10 **8.** Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detta sequenza di catodi (C) e anodi (A) comprende almeno due elettrodi di un segno disposti l'uno di seguito all'altro, immediatamente seguiti da due elettrodi di segno opposto disposti l'uno di seguito all'altro.

15 **9.** Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui:

- detta fase di alimentare comprende, opzionalmente, disporre un elemento scorrevole che esercita una pressione su detto lato di prodotto sul quale è presente detta disposizione di elettrodi;
- detta fase di alimentare comprende, opzionalmente, interporre un film di protezione (10) scorrevole tra detti elettrodi e detto elemento scorrevole premente; e
- detta fase di alimentare comprende, opzionalmente, disporre un elemento scorrevole di supporto su un ulteriore lato di detto prodotto opposto a detto

- lato sul quale è presente detta disposizione di elettrodi;
- ciascuna di dette fasi ripetute di capovolgere comprende, opzionalmente, ruotare ogni rispettiva pila intermedia attorno ad un asse di rotazione (z-z) trasversale a detta direzione di avanzamento (X), mentre detto asse di rotazione viene mosso in una direzione avente almeno una componente di moto trasversale a detto asse di rotazione e a detta direzione di avanzamento in modo che l'estremità della pila in rotazione adiacente a detta linea di piegatura (T) avanzi in detta direzione di avanzamento (X) mantenendosi lungo un piano di avanzamento di detto prodotto;
 - detta prima fase di capovolgere comprende, opzionalmente, prendere il primo elettrodo di detta disposizione di elettrodi mediante un organo di presa rotante, durante le successive fasi ripetute di capovolgere, il primo elettrodo venendo, opzionalmente, mantenuto in presa da detto organo di presa rotante attorno al quale la pila viene assemblata;
 - ciascuna di dette fasi ripetute di capovolgere comprende, opzionalmente, provvedere almeno un elemento di pressione (23; 24) rotante che mantiene premuto il nastro separatore contro l'ultimo elettrodo della pila.
- 10.** Dispositivo di accumulo di energia elettrica comprendente una pila di elettrodi affacciati tra loro e separati l'uno dall'altro da un unico nastro (5) separatore continuo ripiegato, detti elettrodi comprendendo catodi (C) e anodi (A) alternati tra loro; detto nastro (5) avendo un primo lembo di estremità (51) situato al centro della pila, in prossimità dei, o interposto tra i, due elettrodi più centrali all'interno della pila, e un secondo lembo di estremità (52) opposto

al primo e situato all'esterno della pila; detto nastro (5) essendo avvolto attorno agli elettrodi, a partire da detto primo lembo di estremità (51) fino a detto secondo lembo di estremità (52), nella medesima direzione di
5 avvolgimento (F).

Modena, 14/05/2010

Per Incarico

LUPPI CRUGNOLA & PARTNERS S.R.L.
Viale Corassori 54 - 41124 Modena
Dott. Ing. Pietro Crugnola

10

CLAIMS

1. Method for producing an electric energy storage device, said storage device comprising a stack of cathodes and anodes that alternate with and face one another and are separated by a continuous folded strip, said method comprising the steps of:
- supplying in an advancing direction (X) a product comprising said extended continuous strip (5) and an arrangement of electrodes on a side of said continuous strip;
 - forming a first intermediate stack wherein the first electrode of said arrangement of electrodes is interposed between a first and second separating layer, at least said first separating layer comprising a portion of said continuous strip (5);
 - overturning said first intermediate stack, said overturning comprising folding said continuous strip (5) around a folding line (T) arranged after said first intermediate stack so as to superimpose said first intermediate stack on a portion of product arranged after said first intermediate stack, said portion of product comprising the second electrode of said arrangement of electrodes, said superimposing forming a second intermediate stack that comprises said portion of product and said first intermediate stack;
 - repeating said overturning step, each time for each electrode after the second, until said stack is assembled;
- 30 characterised in that said arrangement of electrodes comprises a sequence of cathodes (C) and anodes (A) arranged in said advancing direction.
2. Method according to claim 1 wherein:
- said sequence of cathodes (C) and anodes (A) comprises at least two electrodes of a sign arranged one after the other, followed immediately

- by two electrodes of the opposite sign arranged one after the other;
- during said overturning step, said folding line advances in said advancing direction (X) maintaining itself along an advancing plane of said strip (5);
 - said second separating layer comprises an end portion of said continuous strip;
 - said step of forming a first stack comprises overturning said end portion;
 - said supplying step comprises:
 - i) arranging a slidable element that exerts pressure on said side of product on which said arrangement of electrodes is present;
 - ii) interposing a slidable protective film between said electrodes and said pressing slidable element; and
 - iii) arranging a slidable supporting element on a further side of said product opposite said side on which said arrangement of electrodes is present.
3. Method according to claim 1 or 2, wherein, during said overturning step, said folding line advances in said advancing direction (X).
- 25 4. Method according to claim 3, wherein said product advances along an advancing plane, and wherein, during said overturning step, said folding line advances in said advancing plane.
5. Method according to any one of claims 1 to 4, wherein said second separating layer comprises an end portion of said continuous strip (5), and wherein said step of forming a first intermediate stack comprises overturning said end portion.
- 30 6. Method according to claim 5, wherein the first electrode of said arrangement of electrodes is arranged on said end portion of said continuous strip, and wherein said

step of forming a first intermediate stack comprises overturning said end portion together with said first electrode so as to superimpose said first electrode on said portion of said continuous strip that forms said
5 first separating layer.

7. Method according to claim 6, wherein, in said arrangement of electrodes, the first electrode has a positive or negative sign and is followed by said portion of continuous strip that will form said first
10 separating layer and which is an empty portion of continuous strip that is able to receive a electrode but is not occupied by any electrode, the second electrode being subsequent to said empty portion and having an opposite side with respect to the sign of the first
15 electrode, the third electrode after said second electrode having the same sign as said second electrode.

8. Method according to any preceding claim, wherein said sequence of cathodes (C) and anodes (A) comprises at least two electrodes of a sign arranged one after the other, followed immediately by two electrodes of the opposite sign arranged one after the other.
20

9. Method according to any preceding claim, wherein:

- said supplying step comprises, optionally, arranging a slidable element that exerts pressure on said side of product on which said arrangement of electrodes is present;
- said supplying step comprises, optionally, interposing a protective film (10) slidable between said electrodes and said pressing slidable element;
- said supplying step comprises, optionally, arranging a slidable supporting element on a further side of said product opposite said side on which said arrangement of electrodes is present;
- each of said repeated overturning steps comprises, optionally, rotating each respective intermediate stack around a rotation axis (z-z) that is
35

- transverse to said advancing direction (X), whilst
said rotation axis is moved in a direction having
at least one motion component that is transverse to
said rotation axis and said advancing direction
such that the end of the rotating stack that is
adjacent to said folding line (T) advances in said
advancing direction (X) being maintained along an
advancing plane of said product;
- said first overturning step comprises, optionally,
taking the first electrode of said arrangement of
electrodes by a rotating gripping member during
subsequent repeated overturning steps, the first
electrode being optionally maintained gripped by
said gripping member by rotating around which the
stack is assembled;
- each of said repeated overturning steps comprises,
optionally, providing at least one rotating
pressing element (23; 24) that maintains the
separating strip pressed against the last electrode
of the stack.
- 10.** Electric energy storing device comprising a stack of
electrodes facing one another and separated from one
another by a single continuous folded separating strip
(5), said electrodes comprising cathodes (C) and anodes
(A) that alternate with one another; said strip (5)
having a first end flap (51) situated in the middle of
the stack, near to or interposed between, two more
central electrodes inside the stack, and a second end
flap (52) opposite the first end flap and situated
outside the stack; said strip (5) being wound around the
electrodes from said first end flap (51) to said second
end flap in the same winding direction (F).

Modena, 14/05/2010

Per Incarico

LUPPI CRUGNOLA & PARTNERS S.R.L.

viale Corassori 54 - 41124 Modena

Dott. Ing. Pietro Crugnola

1/18

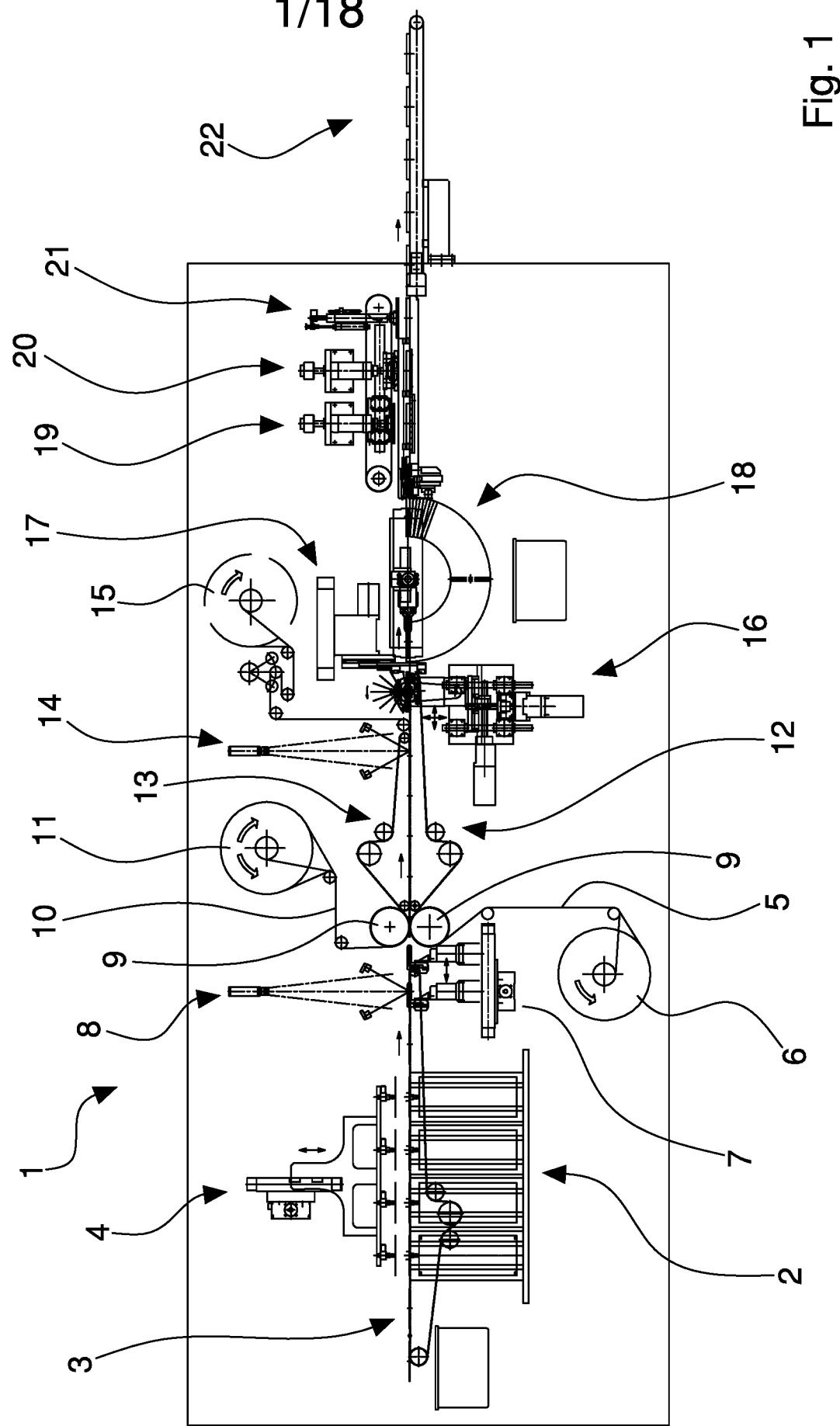
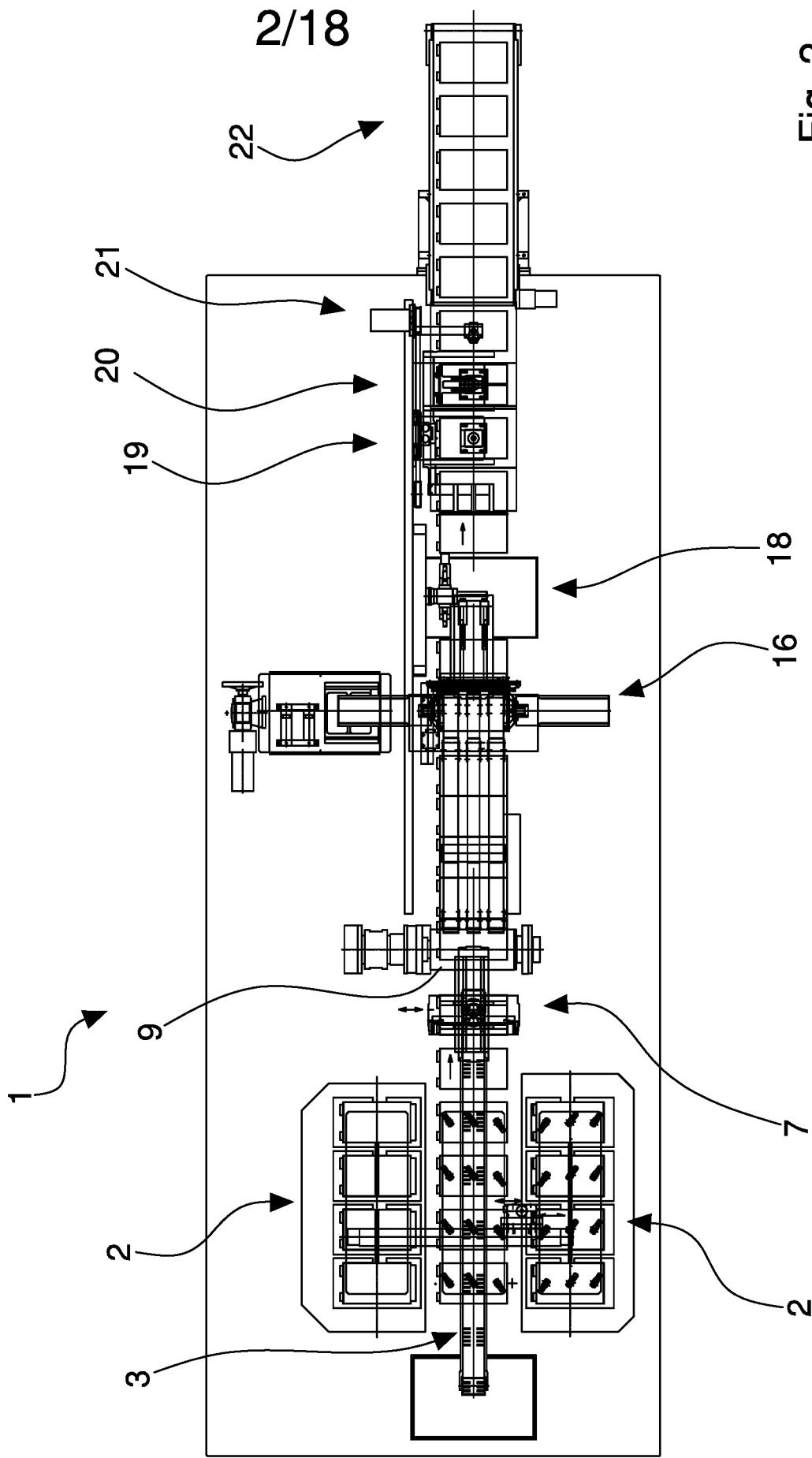


Fig. 1

Fig. 2



3/18

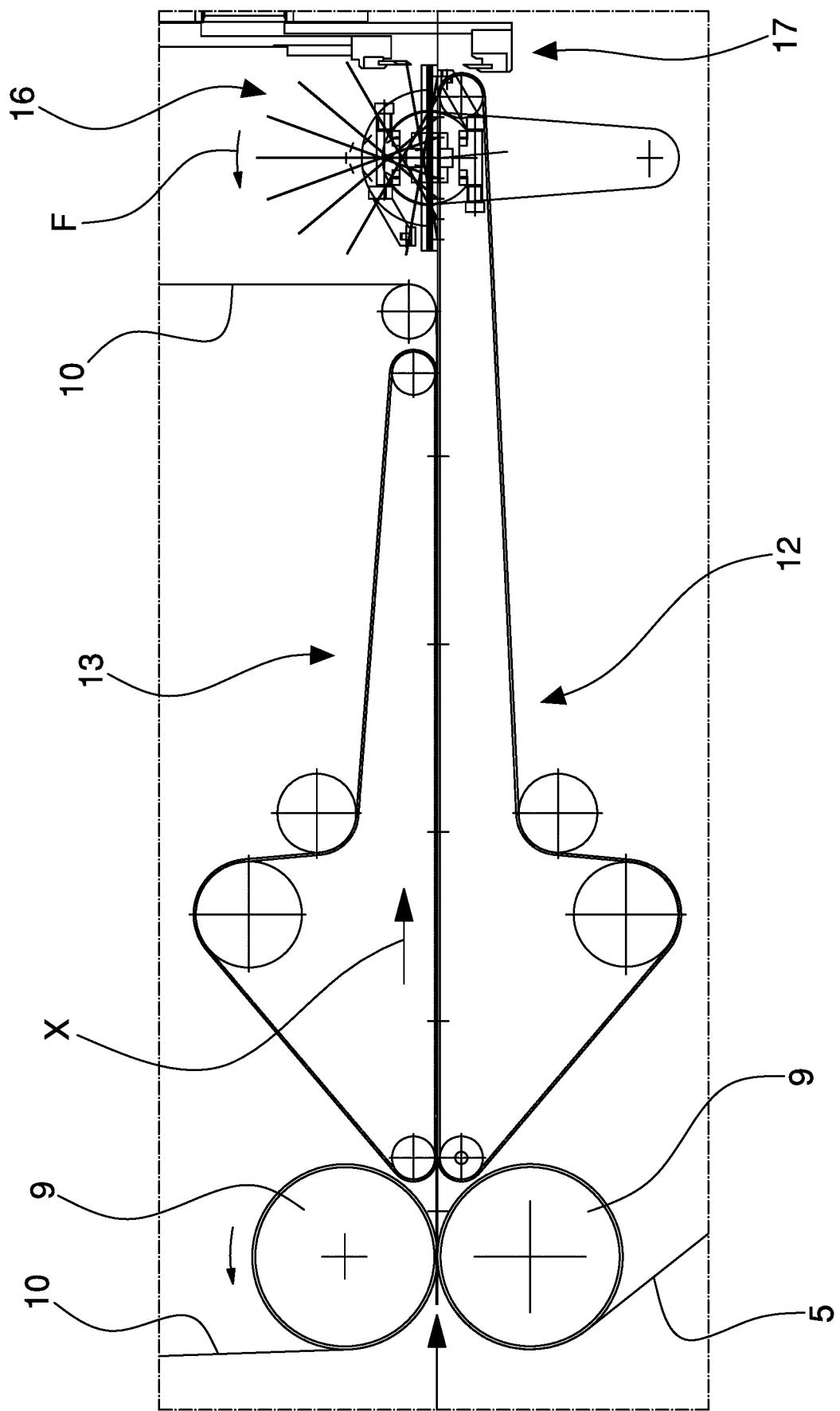


Fig. 3

Fig. 4a

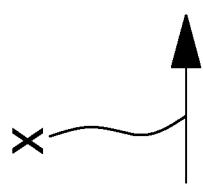
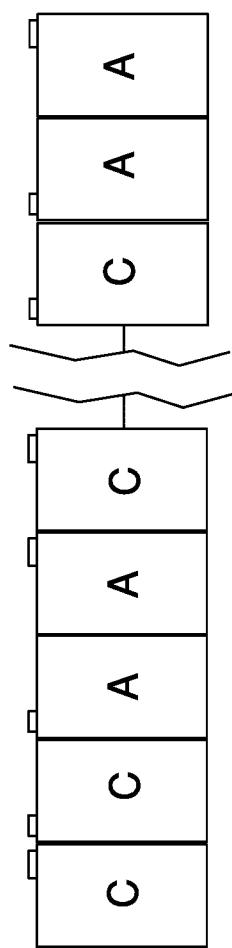


Fig. 4b

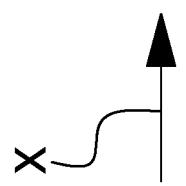
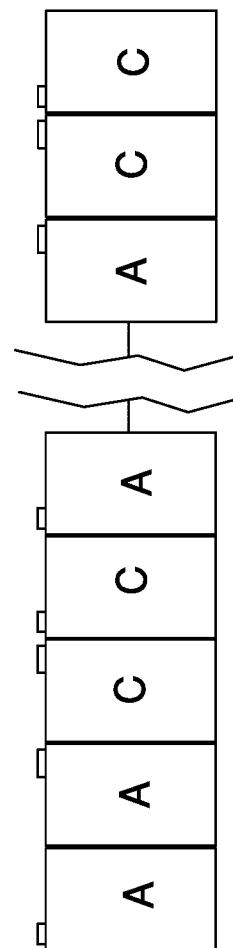
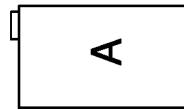


Fig. 4c

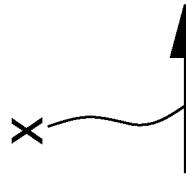
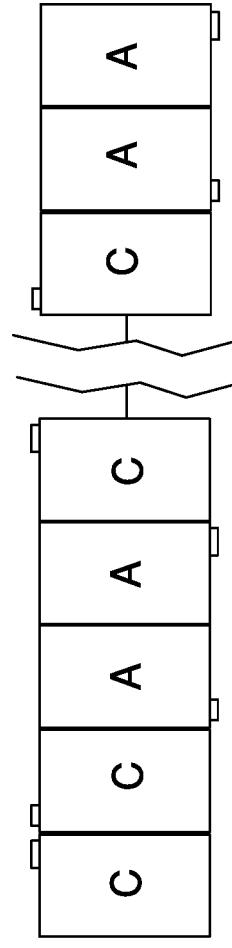
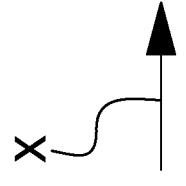
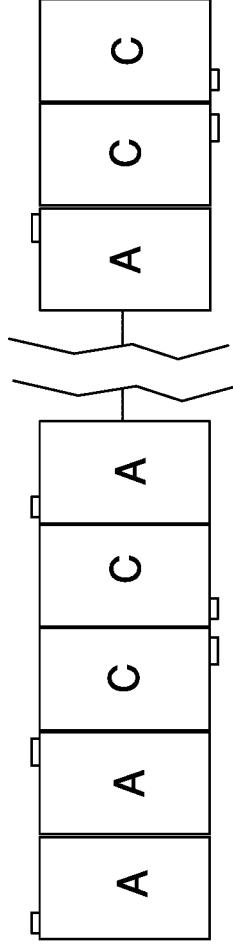


Fig. 4d



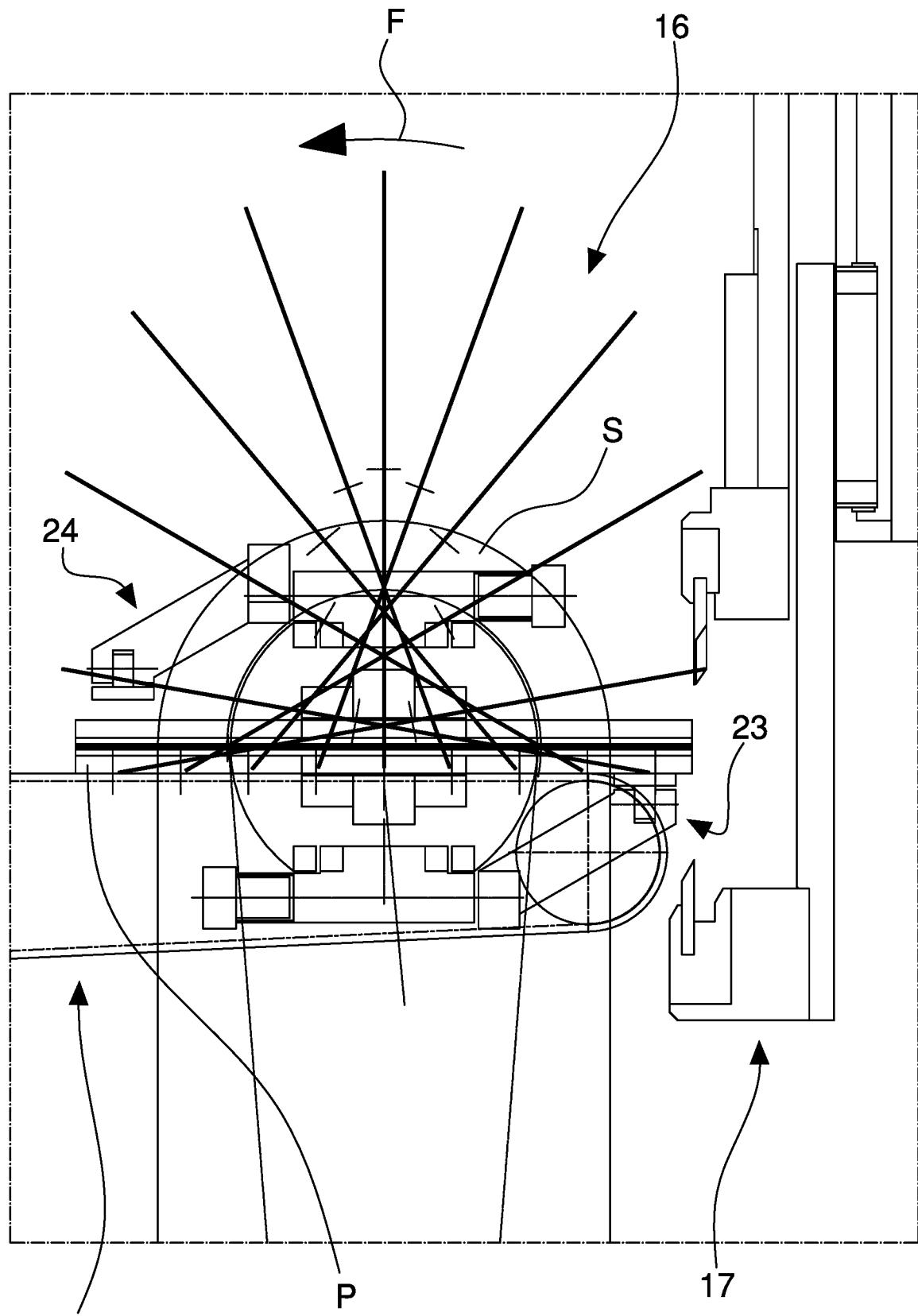


Fig. 5

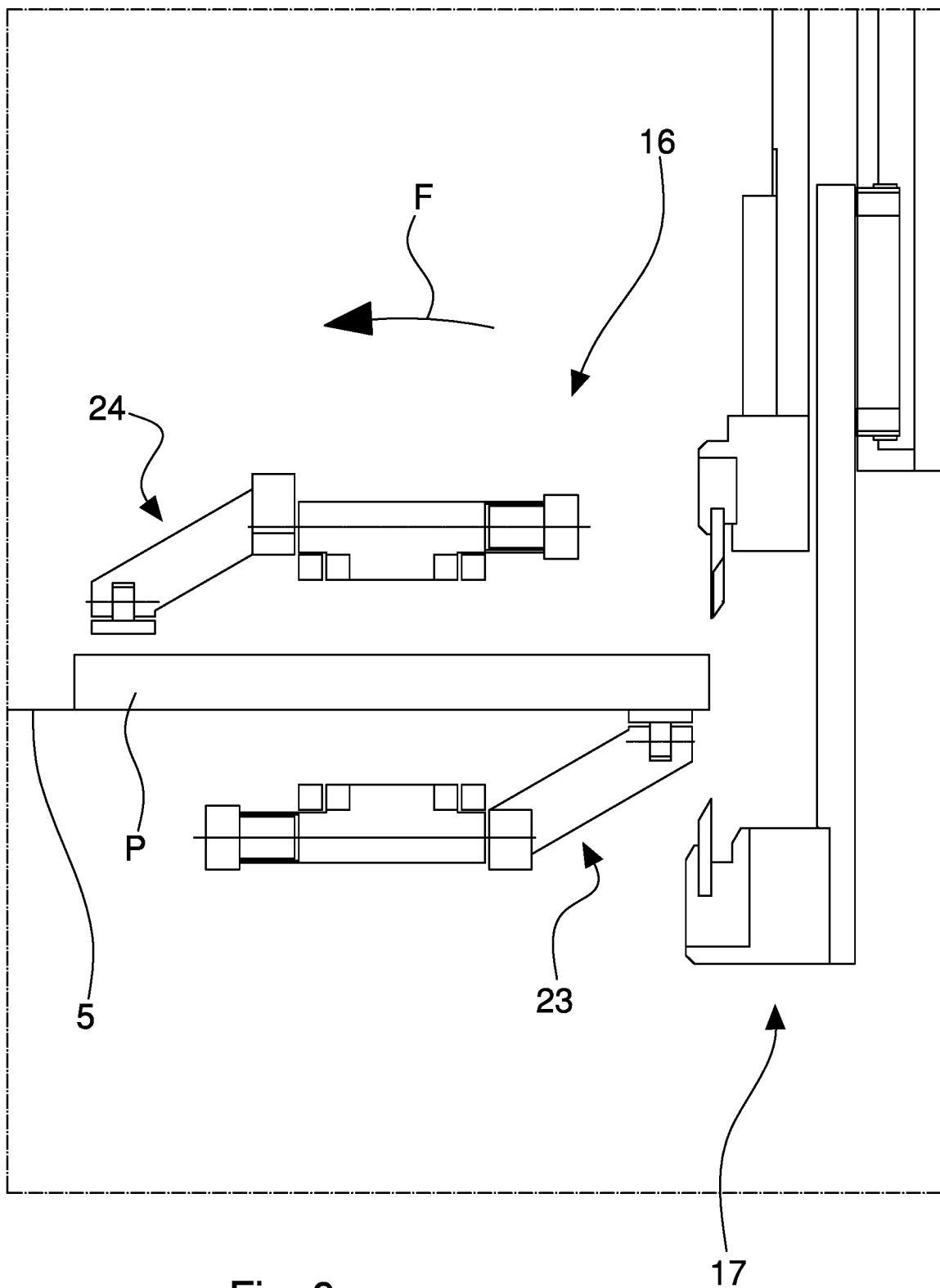


Fig. 6

7/18

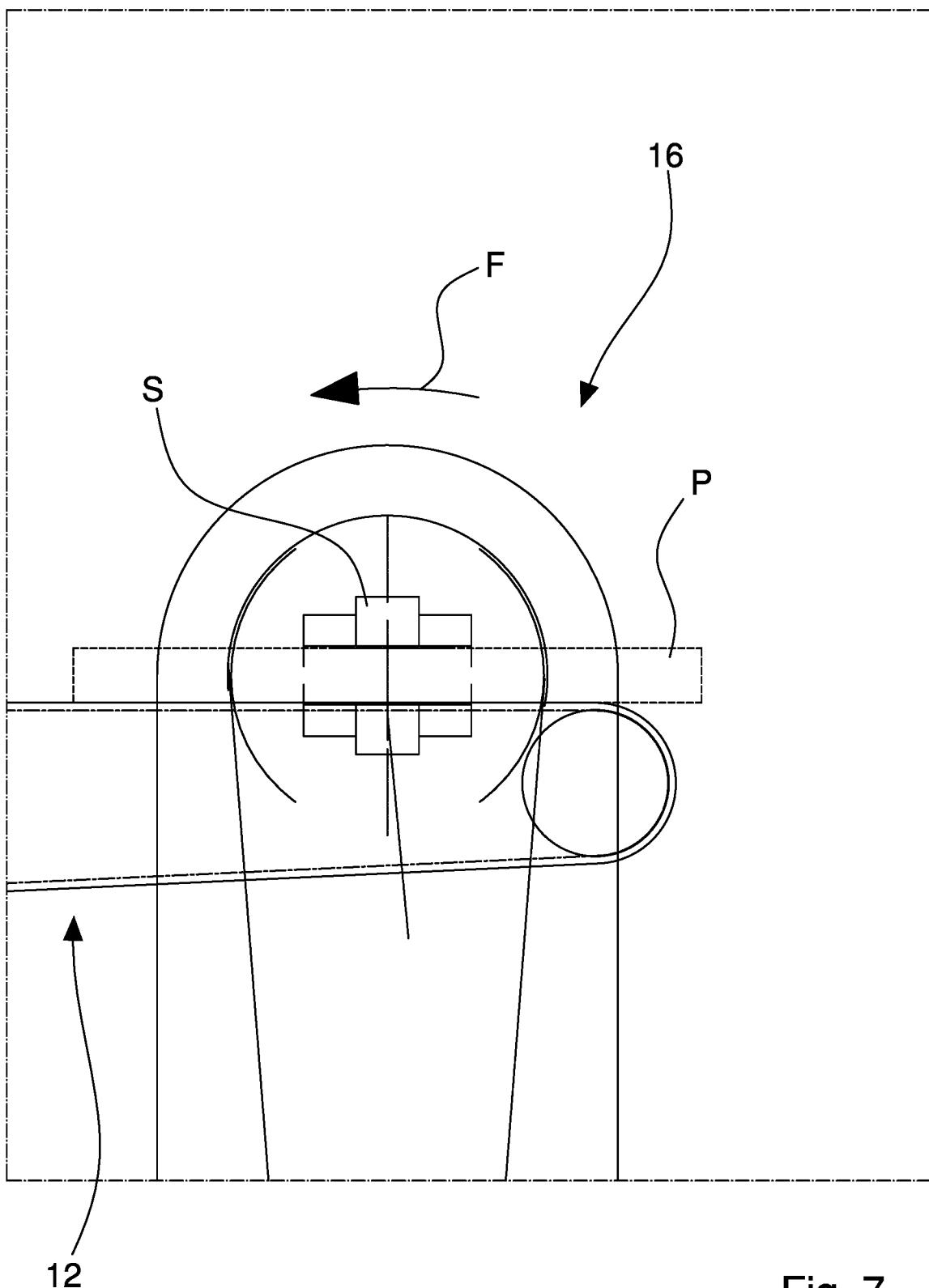


Fig. 7

8/18

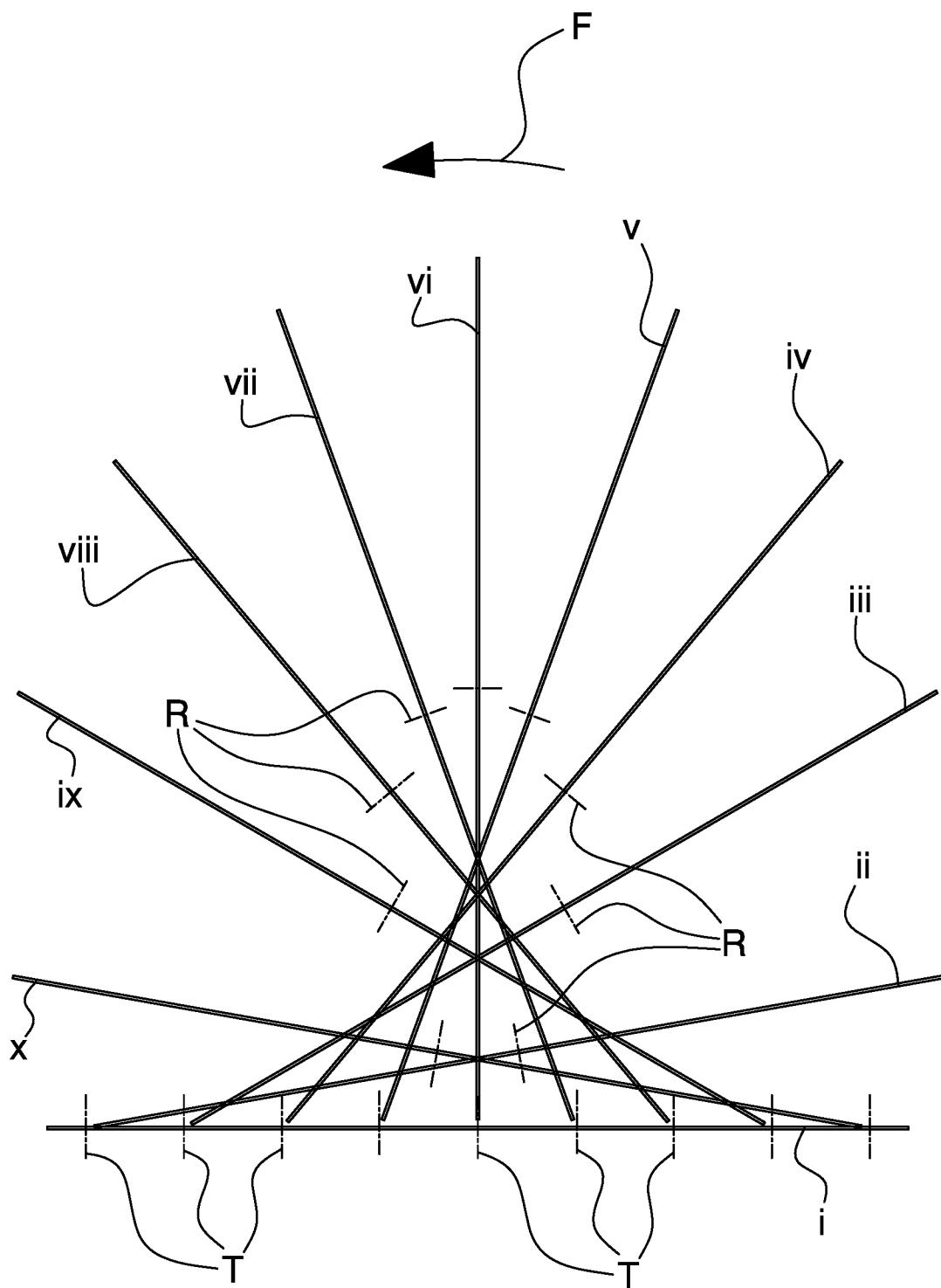
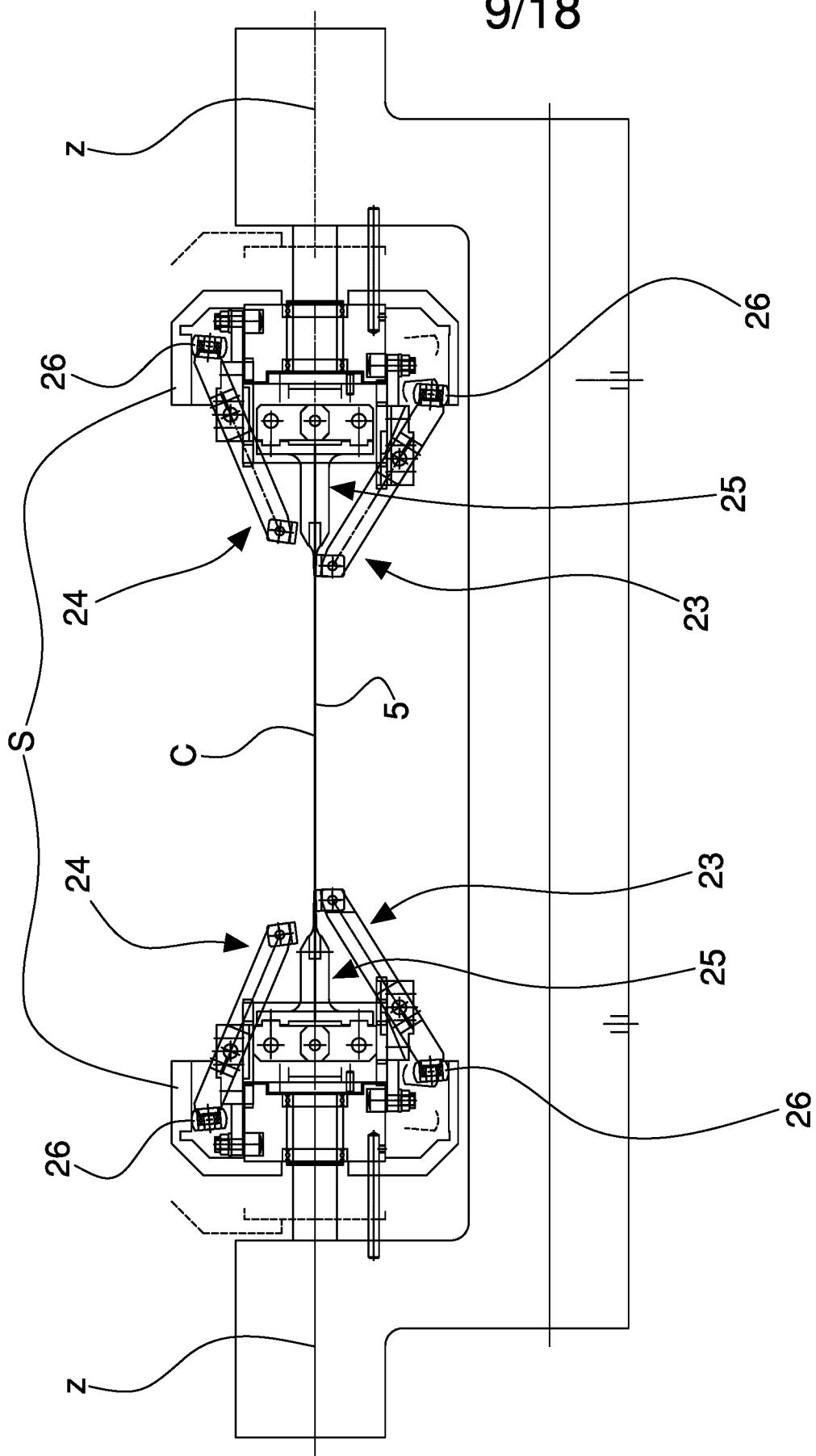


Fig. 8

Fig. 9



10/18

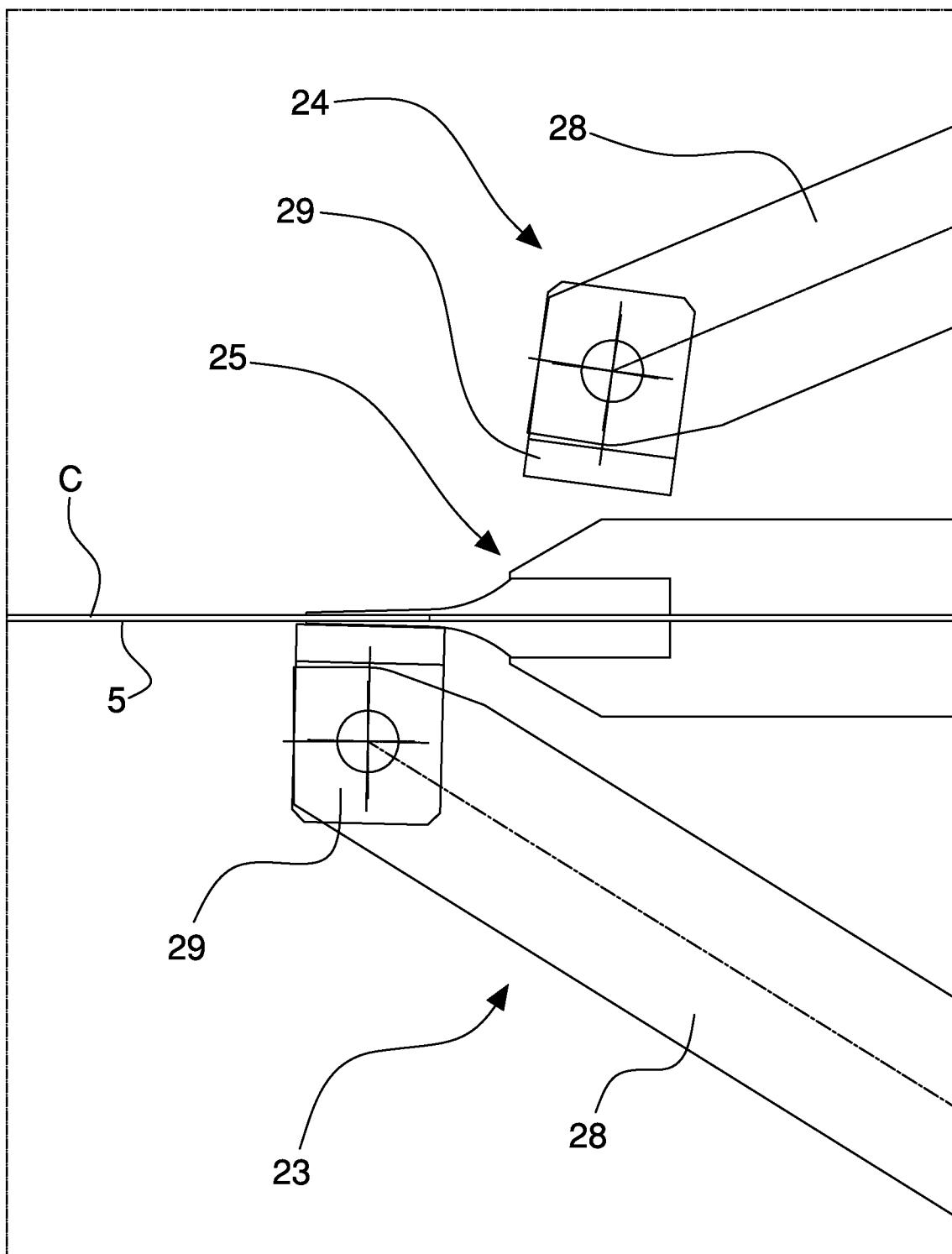


Fig. 10

11/18

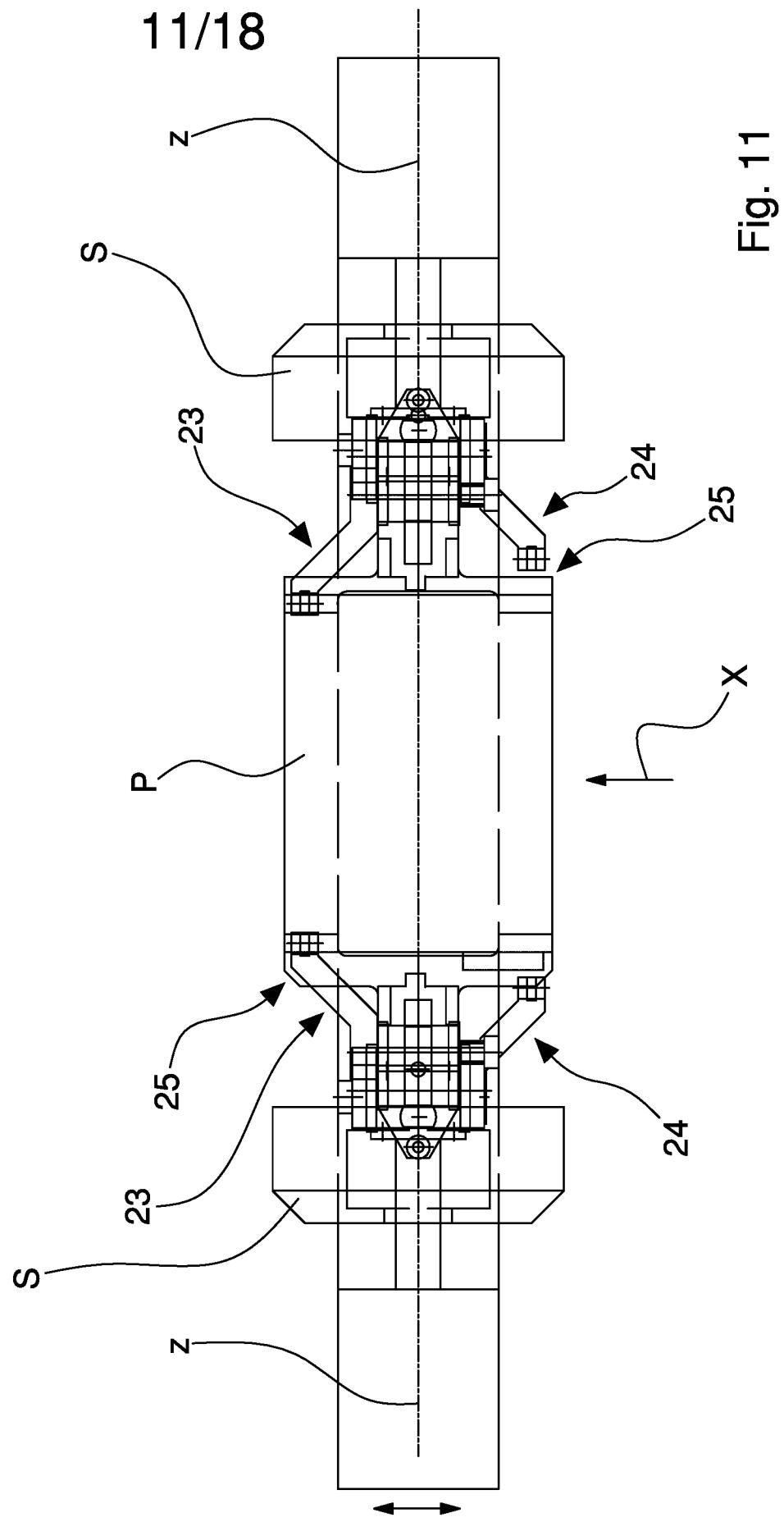


Fig. 11

12/18

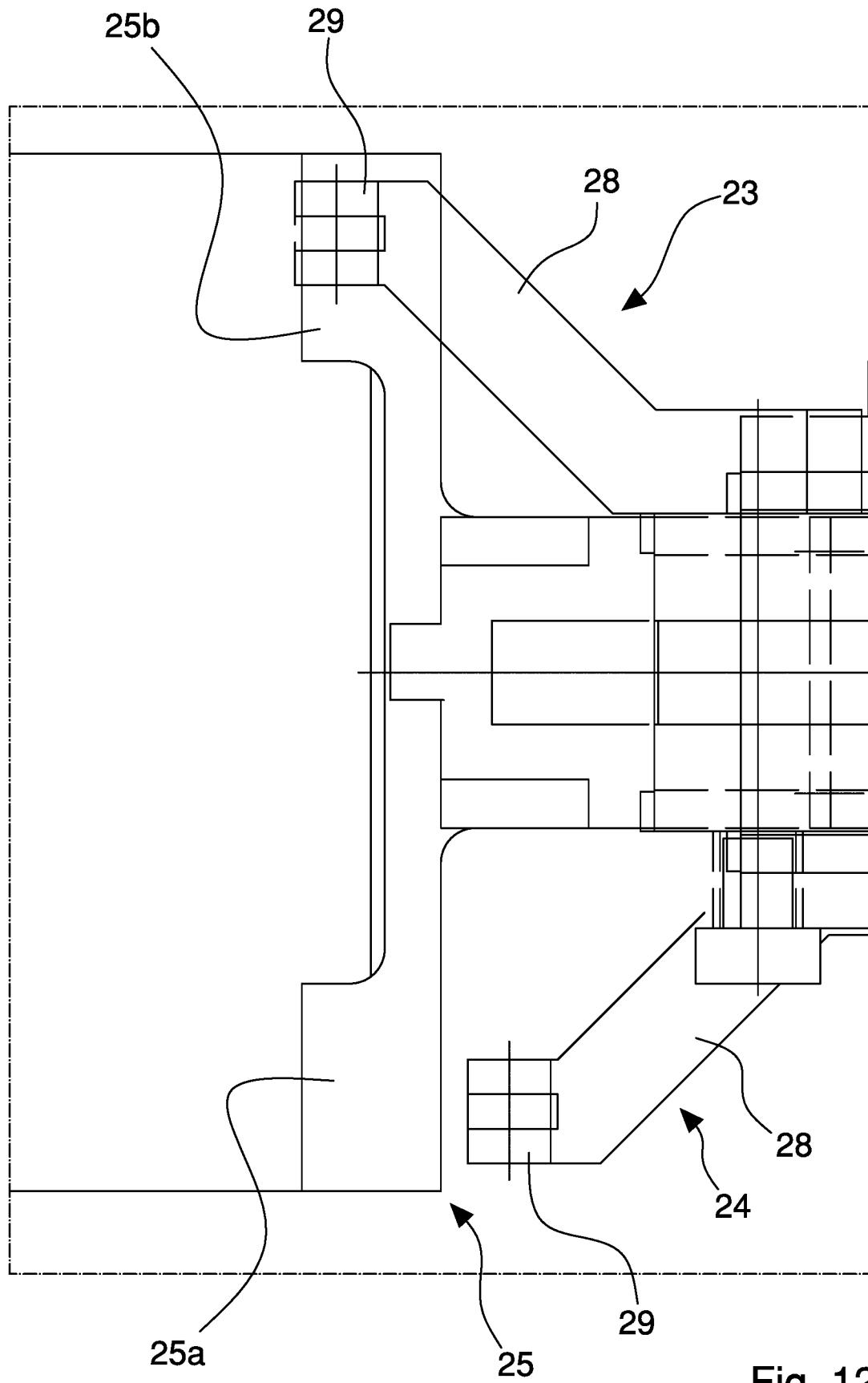


Fig. 12

13/18

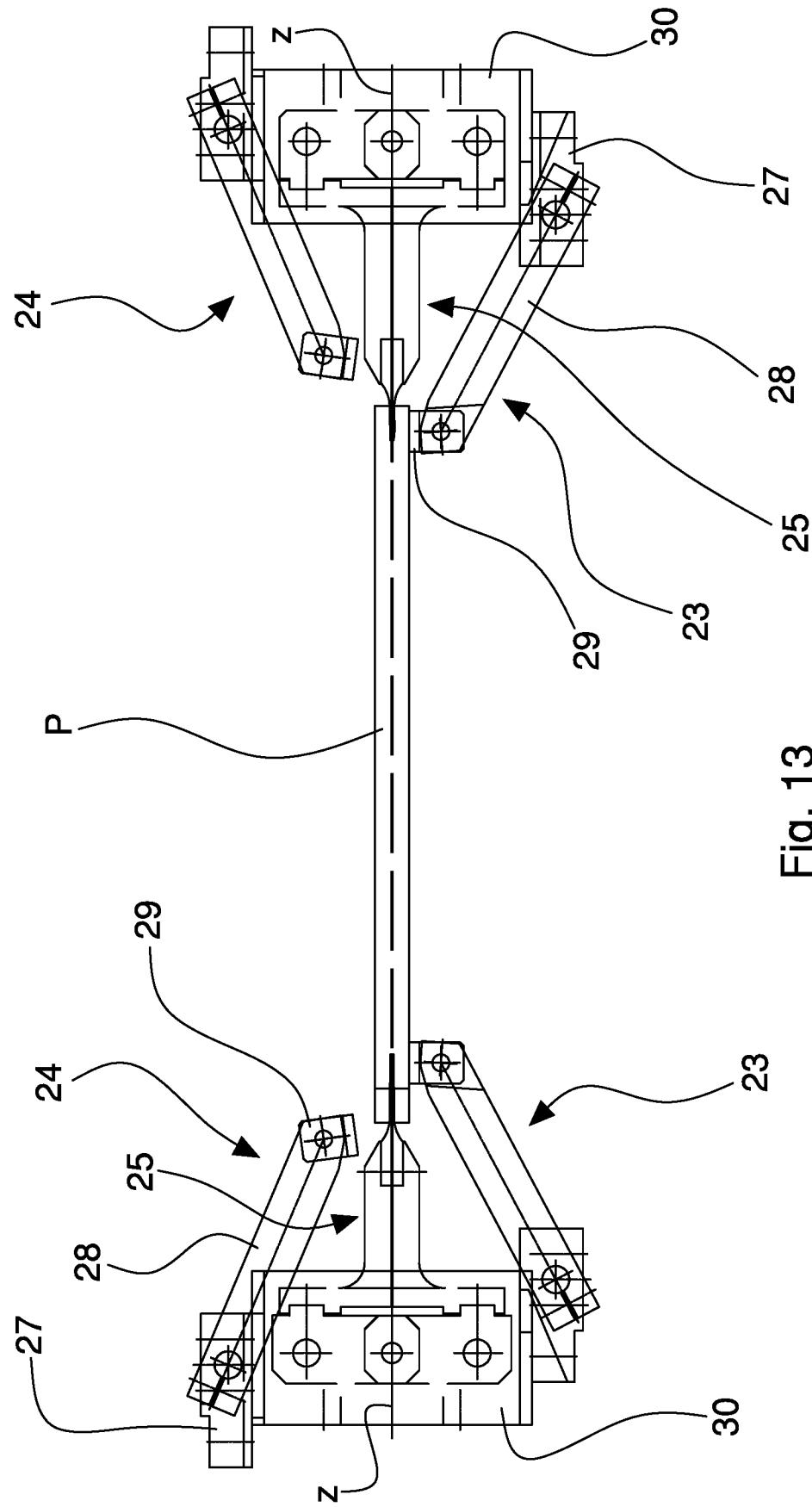


Fig. 13

14/18

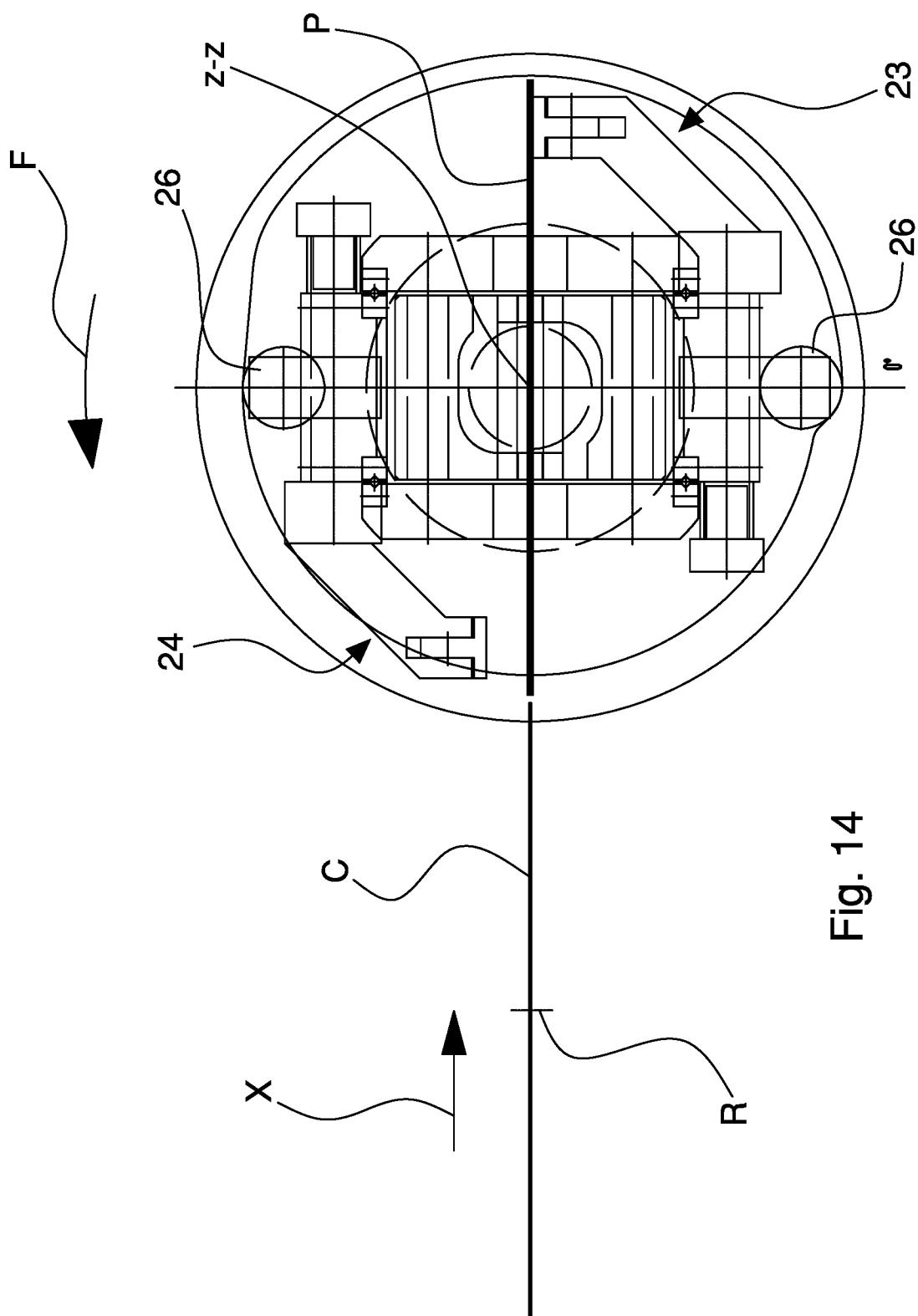


Fig. 14

15/18

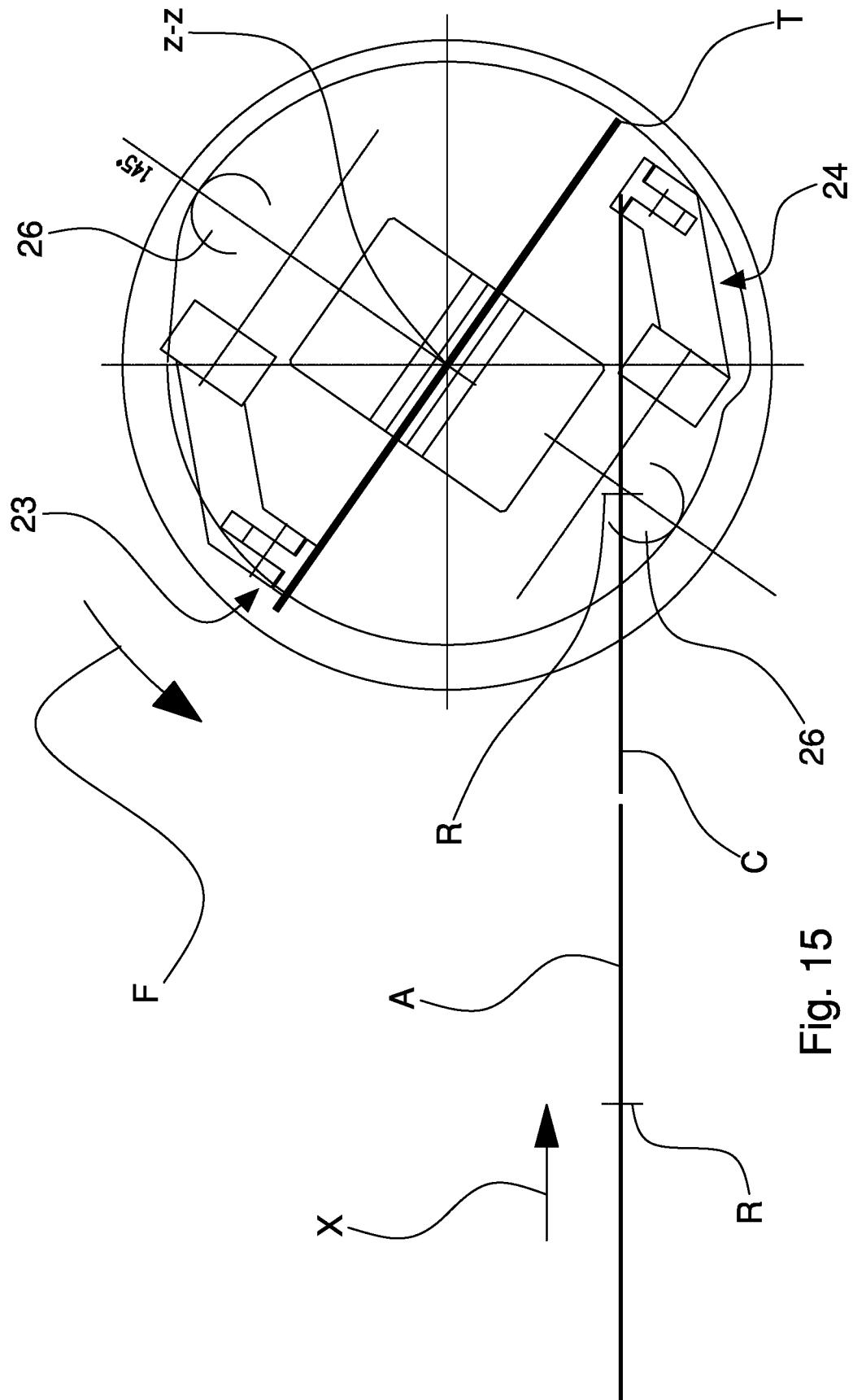
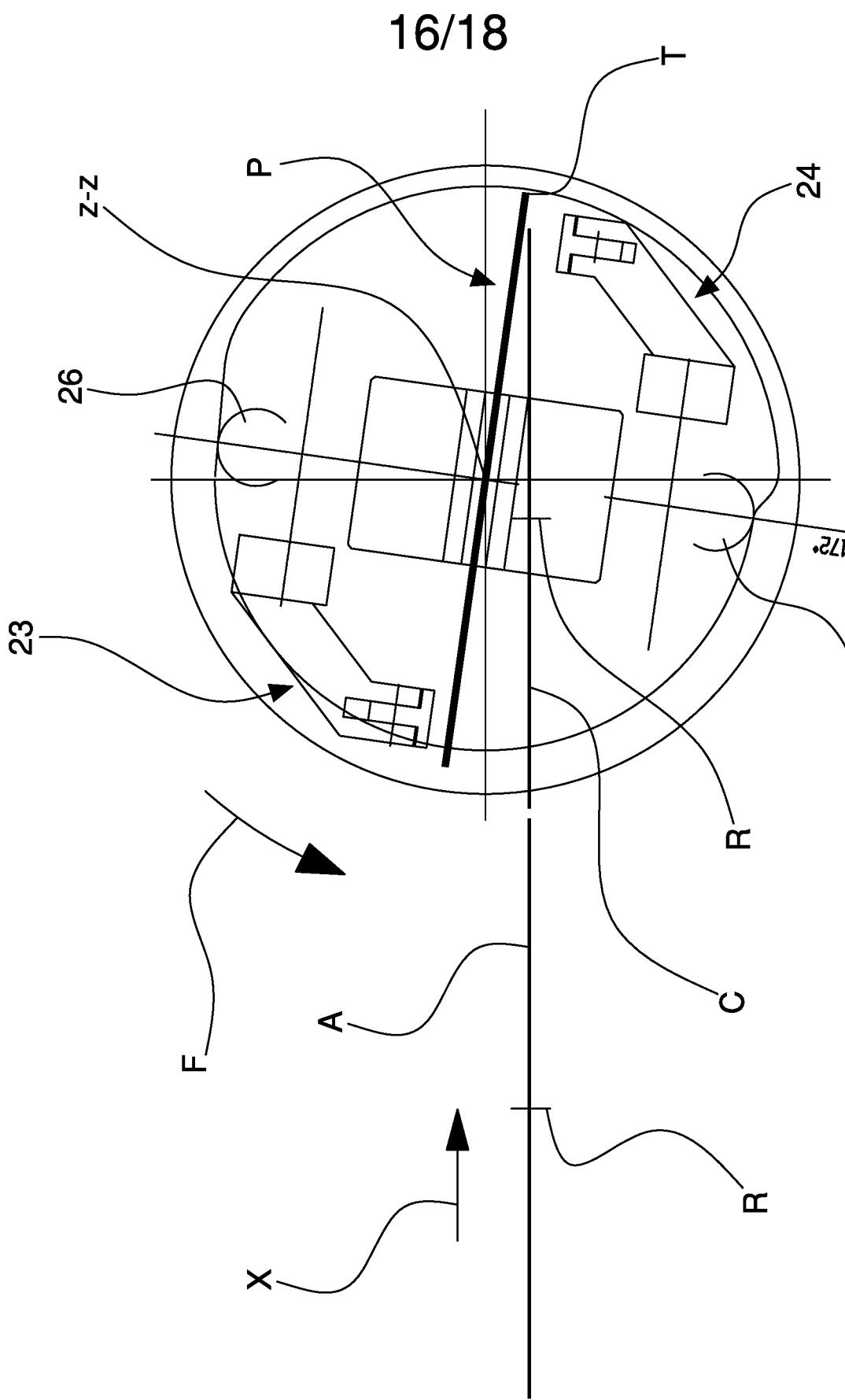


Fig. 15

Fig. 16



17/18

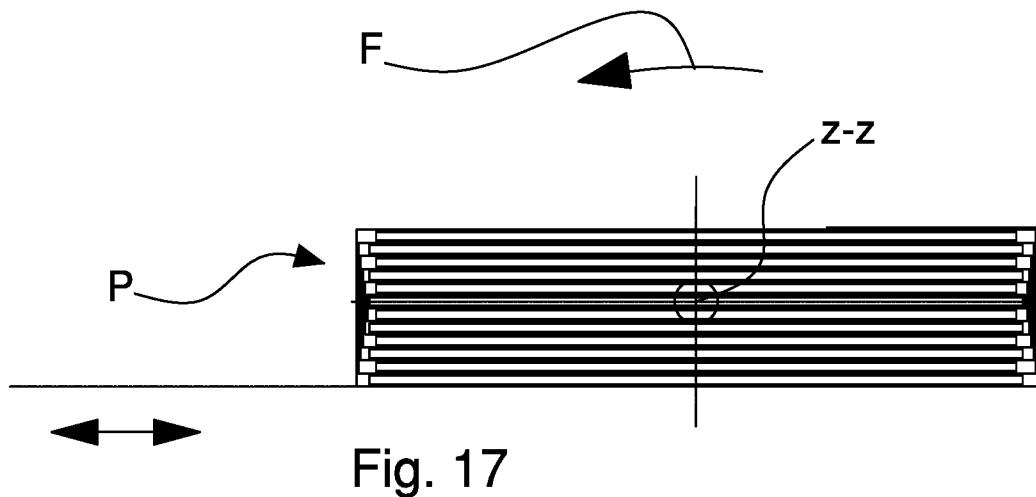


Fig. 17

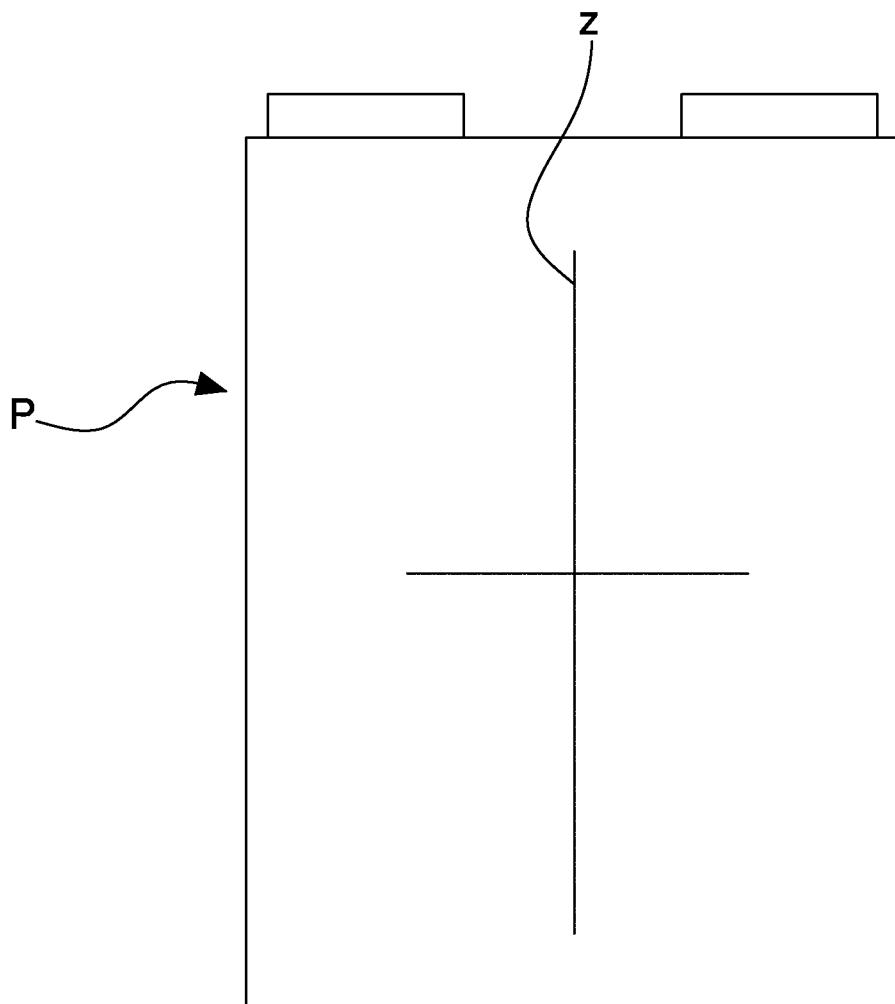


Fig. 18

18/18

