



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102010901803632
Data Deposito	27/01/2010
Data Pubblicazione	27/07/2011

Classifiche IPC

Titolo

**MACCHINA PER LA PRODUZIONE DI PARTI IN MATERIALI COMPOSITI E RELATIVO
PROCEDIMENTO**

Descrizione dell'invenzione avente per titolo:

**MACCHINA PER LA PRODUZIONE DI PARTI IN MATERIALI COMPOSITI
E RELATIVO PROCEDIMENTO**

a nome: C.A.D. DISEGNI S.r.l. di nazionalità Italiana con sede in Via
5 Coppalati, 51 – 29122 PIACENZA

* * * * *

La presente invenzione riguarda una macchina per la produzione di parti in materiali compositi e il relativo procedimento.

Un materiale composito è costituito dall'insieme di due o più sostanze
10 diverse, dotate di proprietà fisiche e chimiche differenti, che rimangono separate e distinte a livello macroscopico e strutturale. Esistono svariate tipologie di materiali che possono essere considerati materiali compositi; i più comuni in genere sono costituiti da una fase omogenea denominata matrice e da una fase dispersa chiamata rinforzo.

15 Nel dettaglio l'invenzione riguarda una macchina e un procedimento per la produzione di parti in materiali compositi, anche di grandi dimensioni, costituiti da matrici in materiali plastici e rinforzi in fibra, come ad esempio fibra di vetro, fibra di carbonio o simili, che possono essere in qualsiasi disposizione, come ad esempio sotto forma di tessuto con fasci unidirezionali oppure sotto
20 forma di tessuto intrecciato o simili.

Nel proseguo della descrizione con il termine tessuto si farà riferimento alle tipologie di fibra sopra elencate.

Ad oggi componenti ed oggetti realizzati in materiali compositi di questo tipo sono prodotti con un procedimento complesso ed effettuato quasi totalmente
25 in maniera manuale.

Nel dettaglio detto procedimento prevede una prima fase di stesura di un tessuto secco su uno stampo o forma che riproduce la forma dell'oggetto che si vuole realizzare.

In questa fase è necessario fissare il tessuto stesso con procedure manuali, operando ad esempio con supplementi di colle e/o cuciture per evitare grinze o sovrapposizioni indesiderate, e ritagliare i lembi in eccesso per dare al tessuto la sagoma esatta per ricoprire lo stampo.

Queste operazioni vengono ripetute più volte per creare svariati strati di tessuto con direzioni di stesura differenti; in questo modo è possibile disporre le fibre del tessuto (che costituiscono l'elemento resistente del materiale) lungo le direzioni nelle quali saranno applicate le forze che solleciteranno l'oggetto.

Successivamente, una volta terminato il ricoprimento dello stampo o forma con i vari strati, è prevista una fase di impregnazione del tessuto con un materiale indurente che costituisce la matrice, ad esempio materiali plastici termoindurenti (resine o simili). In questa fase è importante che il materiale che costituisce la matrice sia distribuito in maniera da avere uno spessore il più possibile uniforme, che compenetri completamente i tessuti, e che la matrice non presenti al suo interno bolle d'aria.

Queste condizioni sono indispensabili per ottenere un prodotto finito di qualità con caratteristiche di resistenza elevate.

Per fare ciò è necessario inserire lo stampo con i vari strati di tessuto precedentemente stesi all'interno di una sacca flessibile chiudibile ermeticamente.

Successivamente si aspira tutta l'aria contenuta all'interno della sacca e poi si

inietta il materiale indurente che costituisce la matrice; eventualmente si inserisce anche la sacca in una autoclave per velocizzare l'indurimento della matrice.

Una volta che la matrice ha raggiunto l'indurimento desiderato si estrae lo stampo dalla sacca, si preleva l'oggetto e si procede con l'analisi dello stesso per verificare la buona riuscita della fase di impregnazione (controllo dello spessore, presenza di bolle d'aria o altre imperfezioni).

Queste verifiche sono effettuate sempre manualmente dall'operatore tramite apposite strumentazioni.

Questo procedimento appena descritto presenta però svariati svantaggi.

Difatti le operazioni di stesura e di taglio dei tessuti richiede un impiego di manodopera specializzata e un dispendio di tempo che si ripercuotono inevitabilmente sul costo del prodotto finito.

Dette operazioni inoltre, specialmente se eseguite su oggetti di grandi dimensioni, comportano una serie di errori e imprecisioni da parte degli operatori che sono inevitabili e che pregiudicano le caratteristiche di resistenza e la qualità del prodotto finito.

Si può affermare difatti oggetti identici prodotti tramite questo procedimento noto, sicuramente non presenteranno caratteristiche meccaniche e fisiche perfettamente identiche a causa della variabilità del contributo manuale nel processo di fabbricazione.

Ad esempio le direzioni di stesura spesso mancano di un allineamento preciso e ripetibile ogni volta, a causa dell'orientamento visivo che nell'uomo, oltre ad essere approssimativo, é anche differente da un soggetto a un altro.

Un altro problema legato a detto procedimento noto riguarda le condizioni

igieniche e sanitarie degli operatori addetti alle suddette mansioni che lavorano a stretto contatto con materiali nocivi come solventi, colle e polveri pericolose (frammenti di fibra di vetro o simili).

In questo contesto, lo scopo della presente invenzione è proporre una
5 macchina e un procedimento per la produzione di parti in materiali compositi, che superino gli inconvenienti della tecnica nota sopra citati.

In particolare è scopo dell'invenzione, proporre una macchina e un
procedimento per la produzione di parti in materiali compositi che consentano
di automatizzare tutte le fasi di produzione di un componente in materiale
10 composito, anche di grandi dimensioni, con un utilizzo minimo di
manodopera.

Ulteriore scopo della presente invenzione è quello di fornire una macchina e
un procedimento per la produzione di parti in materiali compositi, che
consentano di produrre parti in materiali compositi qualitativamente migliori
15 rispetto a quelle prodotte con i sistemi noti, con una elevata ripetibilità e con
tempi molto ridotti.

Un altro scopo della presente invenzione è quello di fornire una macchina e
un procedimento per la produzione di parti in materiali compositi, che
consentano di operare senza la costante presenza dell'uomo a contatto con
20 sostanze nocive e in condizioni di sicurezza più elevate.

Questi scopi specificati sono sostanzialmente raggiunti da una macchina per
la produzione di parti in materiali compositi comprendente:

- mezzi atti a svolgere ed alimentare in continuo un tessuto;
- mezzi atti a ritagliare e sagomare in continuo detto tessuto in un senso
25 longitudinale rispetto alla direzione di svolgimento;

- mezzi atti a impregnare in continuo detto tessuto con un materiale indurente che costituisce la matrice del materiale composito;
- mezzi atti a stendere e compattare in continuo su una superficie di uno stampo o forma detto tessuto impregnato con il materiale indurente;
- 5 - mezzi atti a tagliare detto tessuto impregnato in un senso trasversale rispetto alla direzione di svolgimento.

10 Detti mezzi essendo montati su almeno una struttura di supporto mobile lungo almeno una direzione rispetto allo stampo consentono di effettuare la stesura del materiale ritagliato e impregnato in maniera totalmente automatica.

Preferibilmente detta struttura di supporto è mobile rispetto allo stampo lungo tre direzioni perpendicolari fra loro e può ruotare attorno a tre assi per poter effettuare la stesura su superfici di stampi anche molto complesse.

Il procedimento secondo l'invenzione, prevede le seguenti fasi consistenti nel:

- 15 - svolgere e alimentare in continuo un tessuto avvolto su una bobina;
- ritagliare in continuo il tessuto in un senso longitudinale rispetto alla direzione di svolgimento del tessuto;
- impregnare in continuo il tessuto con un materiale plastico che costituisce la matrice;
- 20 - stendere in continuo il tessuto impregnato su uno stampo o forma;
- compattare in continuo il tessuto steso per eliminare eventuali bolle d'aria e imperfezioni;
- tagliare il tessuto in un senso trasversale rispetto alla direzione di svolgimento del tessuto;

25 Secondo l'invenzione possono essere previste anche ulteriori fasi di controllo

della fase di impregnazione, del prodotto finito e altre fasi accessorie in funzione del manufatto da realizzare.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi appariranno maggiormente chiari dalla descrizione indicativa, e pertanto non limitativa, di un esempio di
5 realizzazione preferita, ma non esclusiva dell'invenzione, come illustrato nelle figure allegate in cui:

- la figura 1 è una vista prospettica di una macchina per la produzione di parti in materiali compositi, secondo l'invenzione;
- la figura 2 è una vista in pianta della macchina di figura 1;
- 10 • la figura 3 è una vista laterale della macchina di figura 1;
- la figura 4 è una vista frontale della macchina di figura 1;
- le figure 5a e 5b sono due viste di un dettaglio della macchina di figura 1;
- la figura 6 è una vista prospettica della testa di stesura di una macchina per la produzione di parti in materiali compositi, secondo l'invenzione;
- 15 • la figura 7 è una vista laterale in sezione della testa di stesura di figura 6;
- le figure 8a e 8b sono rispettivamente una vista prospettica e una laterale in sezione del dispositivo di taglio longitudinale della testa di stesura;
- la figura 9 è una vista laterale in sezione dell'unità di impregnazione della testa di stesura;
- 20 • la figura 10 è una vista frontale del dispositivo di taglio trasversale della testa di stesura;
- la figura 11 è una vista in sezione del rullo compattatore della testa di stesura;
- la figura 12 è una vista del braccio antropomorfo;
- 25 • la figura 13 è una vista del manipolatore;

- le figure 14a e 14b sono due viste prospettiche di un'altra forma realizzativa della macchina per la produzione di parti in materiale compositi.

Con riferimento alle figure da 1 a 4 la macchina per la produzione di parti in materiali compositi indicata nel complesso con 1, secondo l'invenzione, comprende una struttura mobile 2 sulla quale sono installati tutti i mezzi atti a operare tutte le fasi della produzione della parte in composito.

Nel dettaglio detta struttura mobile 2 comprende una struttura a portale 2a supportata da guide a binario 3 e scorrevole su dette guide 3 lungo un asse longitudinale X.

Fra dette guide 3 può essere posizionato uno stampo 4 che riproduce la forma dell'oggetto che si vuole realizzare in materiale composito.

Nel dettaglio detta struttura a portale comprende due montanti 5, scorrevoli sulle guide a binario 3, solidali con una traversa orizzontale 6.

Su almeno un lato di detta traversa 6 sono installate una coppia di guide 7 che sostengono un primo carro 8 scorrevole trasversalmente lungo un asse trasversale Y.

Su detto carro 8 a sua volta sono presenti una coppia di guide verticali 9 (figura 2) sulle quali scorre un secondo carro 10 lungo un'asse verticale Z.

I movimenti sugli assi X, Y e Z sono tutti comandati tramite motori lineari montati in prossimità delle guide oppure da motoriduttori.

Su almeno uno dei montanti 5 è presente un stazione di stoccaggio intermedia 12 di bobine di tessuto 13, dotata di un sistema di carico e scarico per trasferire dette bobine 13 da una pluralità di magazzini di stoccaggio 14 disposti a fianco della macchina lungo le guide 3.

Nel proseguo della descrizione con il termine tessuto si farà riferimento rinforzi in fibra, come ad esempio fibra di vetro, fibra di carbonio o simili, che possono essere in qualsiasi disposizione, come ad esempio sotto forma di tessuto con fasci unidirezionali oppure sotto forma di tessuto intrecciato o simili.

Nella parte inferiore detto secondo carro 10 è dotato di un supporto rotante 11 motorizzato dotato di mezzi di aggancio/sgancio per collegare vari dispositivi.

Con riferimento alle figure 5a e 5b, su detto supporto rotante 11 del secondo carro verticale 10 è possibile montare una testa di stesura indicata nel complesso con 15 e un braccio antropomorfo 16 (come visibile anche nelle figure da 1 a 4) oppure un manipolatore 17 e un braccio antropomorfo 16.

Il montaggio e il cambio da un dispositivo ad un altro avviene totalmente in automatico prelevando detti dispositivi da un magazzino apposito, non illustrato in figura.

Detta testa di stesura 15 a sua volta comprende una serie di dispositivi che effettuano la maggior parte delle operazioni necessarie per la produzione della parte in materiale composito, che invece attualmente sono effettuate manualmente con i sistemi noti.

Nel dettaglio la testa di stesura è in grado di prelevare le bobine di tessuto dai sistemi di stoccaggio, alimentare ed impregnare detto tessuto con il materiale che costituisce la matrice, ritagliare il tessuto per adattarlo alla forma dello stampo, stendere su detto stampo il tessuto impregnato e compattarlo per farlo aderire perfettamente ed eliminare eventuali bolle d'aria presenti nel materiale della matrice.

Sulla testa di stesura inoltre possono essere installati inoltre mezzi per controllare in maniera continua parametri di funzionamento come la consistenza e lo spessore del materiale impregnato, la presenza di eventuali bolle o imperfezioni nel prodotto finito.

5 Con riferimento alle figure 6 e 7, la testa di stesura 15 comprende una struttura di supporto 18 formata da due spalle 19 che sorreggono tutti i vari dispositivi installati.

La testa di stesura é fissata al secondo carro 10 attraverso una catena cinematica di supporti. La struttura di supporto 18 della testa di stesura è
10 connessa un primo supporto 21 della catena cinematica tramite un perno motorizzato 20, mediante motore diretto o motoriduttore, in maniera da poter ruotare attorno ad un asse Y'.

Detto primo supporto a sua volta é connesso tramite un perno motorizzato 22, mediante motore diretto o motoriduttore, a un secondo supporto 23 della
15 catena cinematica, con la possibilità di ruotare attorno ad un asse X'.

Il secondo supporto è poi fissato al supporto 11 del secondo carro 10, rotante attorno all'asse Z, mediante una flangia con un sistema di aggancio o sgancio automatico 24 e dotata di una serie di innesti rapidi automatici 25 per portare
20 alle varie utenze i segnali elettrici di comando, la potenza elettrica e i fluidi di consumo.

L'insieme delle rotazioni attorno agli assi X', Y' e Z e dei movimenti sugli assi X e Y consentono alla testa di stesura di stendere perfettamente il tessuto impregnato su stampi con forme tridimensionali estremamente complesse.

Il caricamento delle bobine 13 sulla testa di stesura avviene tramite un
25 sistema di carico e scarico 26 in grado di prelevare una bobina 13 piena dalla

stazione di stoccaggio intermedia 12, eventualmente scaricando prima una bobina 13 vuota, di posizionarla nella testa di stesura per lo svolgimento, e di metterla in rotazione per svolgere e alimentare il tessuto.

In particolare detto sistema di carico e scarico è dotato di un dispositivo di trascinamento 26a (fig. 7), dotato di pinze mobili, che preleva il lembo iniziale di tessuto dalla bobina e lo guida per un tratto iniziale per assicurare un perfetto posizionamento e allineamento nella macchina.

Un dispositivo di taglio longitudinale 27 ha la funzione di ritagliare e sagomare il tessuto alimentato dalla bobina 13, in un senso longitudinale rispetto alla direzione di svolgimento, per conferire al tessuto la sagoma necessaria per ricoprire una determinata zona dello stampo 4, tutto ciò in modo continuo e senza richiedere rallentamenti o fermi macchina.

Nel dettaglio, con riferimento alle figure 8a e 8b, detto dispositivo di taglio longitudinale 27 comprende due testine di taglio 28 e 29 che possono essere di tipo meccanico, ad ultrasuoni o laser. Dette testine sono montate su due attuatori lineari 30 che traslano lungo una direzione trasversale a quella di avanzamento del tessuto, in maniera indipendente.

La combinazione del movimento trasversale delle testine coordinato quello di avanzamento del tessuto consente di sagomare i bordi della striscia di tessuto, come desiderato, anche in maniera asimmetrica.

Un sistema di raccolta 31 preleva il materiale d'avanzo ritagliato ai bordi, lo comprime, lo tritura e lo convoglia in un contenitore 32.

Un'unità di impregnazione 33 del tessuto ha la funzione di impregnare detto tessuto in modo continuo con il materiale che costituisce la matrice del composito, come ad esempio un materiale termoindurente, un materiale

termoplastico o un elastomero, che può essere liquido, in polvere o in pasta.

Con riferimento alla figura 9, detta unità di impregnazione comprende almeno due coppie di rulli controrotanti motorizzati 34 e 35 che definiscono rispettivamente l'ingresso e l'uscita di un contenitore 36 riempito con il materiale 37 che costituisce la matrice.

La prima coppia di rulli ha il compito di comprimere il tessuto in ingresso nel contenitore per far fuoriuscire la maggior quantità di aria intrappolata fra le fibre.

La seconda coppia di rulli 35 invece consente di distribuire il materiale che costituisce la matrice sulle superfici del tessuto in uno strato uniforme.

Nel dettaglio è previsto un sistema di regolazione della distanza dei rulli ad eccentrico che consente di variare lo spessore di detto strato di materiale.

Detto sistema ad esempio può comprendere un supporto, sul quale ruota uno dei due rulli 35, montato sulle spalle 19 con la possibilità di ruotare attorno a un asse con una certa eccentricità rispetto all'asse di rotazione del rullo.

Agendo su detto supporto con un attuatore o simili è quindi possibile variare la posizione dell'asse di rotazione del rullo montato sul supporto rispetto all'altro.

Preferibilmente detto sistema di regolazione della distanza fra i rulli può essere previsto anche per la prima coppia di rulli 34 in maniera da poter variare la compressione esercitata da detti rulli sul tessuto, e per adattare il sistema a tessuti con spessori differenti.

Detta compressione da parte della coppia di rulli 34 difatti migliora l'impregnazione grazie a un effetto spugna del tessuto una volta che, sorpassati i rulli 34, detta compressione viene a mancare.

Un dispositivo di taglio trasversale 38 ha il compito di tagliare il tessuto in un senso trasversale rispetto alla direzione di svolgimento, una volta terminata una passata di stesura sullo stampo, in continuo e senza richiedere rallentamenti o fermi macchina.

5 Con riferimento alla figura 10, nel dettaglio detto dispositivo di taglio 38 comprende una testina di taglio 39 che può essere di tipo meccanico, ad ultrasuoni o laser.

10 Detta testina 39 è collegata ad primo un attuatore lineare 40 che ha il compito di farla traslare lungo una direzione sostanzialmente trasversale, ed ad un secondo attuatore 41 che ha il compito di ruotare il primo attuatore 40 attorno ad un fulcro 42 per variare la direzione di traslazione della testina 39.

15 La combinazione dei due movimenti della testina coordinata con la velocità di avanzamento del tessuto consente di tagliare trasversalmente il tessuto con direzioni rettilinee oppure curvilinee a seconda delle esigenze e della forma del pezzo.

Detto dispositivo di taglio trasversale 38 può essere posizionato a monte dell'unità di impregnazione, come visibile in figura 7, oppure a valle di detta unità di impregnazione come schematizzato in figura 6.

20 Una volta sagomato, impregnato e tagliato, il tessuto è convogliato verso un rullo compattatore 43 atto a stendere detto tessuto su uno stampo 4 e a comprimerlo durante la stesura in maniera uniforme.

In particolare detto rullo 43 è in grado di stendere il tessuto su qualsiasi stampo o forma grazie alla capacità di adattarsi perfettamente alla forma della superficie dello stampo anche se molto complessa.

25 Con riferimento alla figura 11, detto rullo compattatore 43 comprende due

supporti 44 dotati di cuscinetti su cui ruota un rullo cavo 45 realizzato in materiale flessibile. La cavità di tale rullo può essere riempita con un materiale 46 solido più morbido o un materiale fluido, liquido oppure gassoso. Se si utilizza un fluido è previsto almeno un condotto di alimentazione 85, collegato a uno dei supporti 44, attraverso il quale detto fluido è alimentato all'interno dell'involucro 45 con una certa pressione.

È sufficiente variare la pressione di alimentazione dello stesso all'interno dell'involucro cavo 45 per variare la rigidità della superficie del rullo.

Una serie di rulli 47 motorizzati posti dopo il rullo compattatore 43 hanno la funzione di rimuovere eventuali grinze ed eventuali bolle d'aria formatesi durante la stesura del tessuto sullo stampo, per ottenere una qualità di stesura uniforme lungo su tutta la superficie dello stampo 4.

Detti rulli possono essere di due tipi: di forma cilindrica oppure composti da un cilindro 48 centrale con una serie di rullini 49 disposti radialmente sulla circonferenza esterna (come visibile in figura 6 e 7).

Ciascun rullo è indipendente e incernierato su un braccio 50 sul quale agisce uno spintore 51 che mantiene il rullo a contatto con il tessuto steso. Vantaggiosamente la serie di rulli non è perfettamente allineata ma presenta una disposizione arcuata con la concavità rivolta nel senso opposto alla direzione di stesura.

Più precisamente detti rulli sono disposti in maniera da presentare la direzione di rotolamento leggermente divergente rispetto alla direzione di stesura del materiale.

In questo modo quando detti rulli sono fatti rotolare sul tessuto steso tendono a trascinare il tessuto verso i suoi bordi aumentando l'effetto di stiratura.

Come già accennato in precedenza, sul secondo carro verticale 10 è possibile collegare anche un braccio antropomorfo 16 accoppiato alla testa di stesura 15 o a un manipolatore 17.

5 Nel dettaglio detto braccio antropomorfo comprende un anello di supporto 52 montato attorno al supporto rotante 11 del secondo carro 10 e supportato da un cuscinetto di base 55.

Fra il supporto rotante 11 e l'anello di supporto 52 sono presenti una coppia di innesti frontali 53 e 54 che vengono innestati alternativamente.

10 In particolare l'innesto frontale 53 se innestato serve a mantenere bloccato l'anello di supporto 52 quando il supporto rotante 11 aziona la testa di stesura 15 oppure il manipolatore 17, mentre l'innesto frontale 54 se innestato serve a connettere detto anello di supporto 52 al supporto rotante 11 per movimentare il braccio antropomorfo 16.

15 All'anello di supporto 52 a sua volta è collegato un braccio 57 che ha la possibilità di agganciare o sganciare in modo automatico opportuni dispositivi alla sua estremità.

20 Nel dettaglio detto braccio 57 comprende un primo tratto 58 collegato all'anello 52 con un perno 59 motorizzato e un secondo tratto 60 connesso al primo tratto 58 tramite un'altro perno 61 motorizzato. All'estremità del secondo tratto 60 è connessa una testina 62 con la possibilità di agganciare diversi dispositivi come spruzzatori 63 per liquidi, polveri o paste, rulli ausiliari 64, per compattare il materiale, oppure pinze (non illustrate in figura) per manipolare piccoli oggetti.

25 L'altro dispositivo collegabile al carro verticale 10 è un manipolatore 17 che consente alla macchina di manipolare e posizionare in un qualsiasi punto del

volume di lavoro della macchina eventuali parti o componenti da incorporare nell'oggetto da costruire (ad esempio elementi di rinforzo) oppure l'oggetto stesso una volta terminato il processo produttivo.

5 Detto manipolatore comprende una struttura di supporto 65 a cui sono applicate una serie di pinze di presa 66 intercambiabili con altre di diverse forme e dimensioni, a seconda della parte da movimentare.

10 Il manipolatore é fissato al carro verticale 10 attraverso una catena cinematica di supporti. La struttura di supporto 65 è connessa a un primo supporto 68 della catena cinematica tramite un perno motorizzato 67, mediante motore diretto o motoriduttore.

15 Detto primo supporto, dotato di doppio snodo a sua volta é connesso mediante un perno motorizzato 69, da motore diretto o motoriduttore, a un secondo supporto 70 della catena cinematica. Il secondo supporto a singolo snodo è fissato al carro verticale 10 mediante una flangia 71 di aggancio o sgancio automatico, dotata di una serie di innesti rapidi automatici 72 per portare alle varie utenze i segnali elettrici di comando, la potenza elettrica e i fluidi di consumo.

20 Secondo l'invenzione sono previsti anche mezzi riscaldanti a infrarosso per velocizzare la fase di indurimento del materiale che costituisce la matrice.

20 Detti sistemi possono essere ad esempio delle lampade a infrarosso 73 posizionate su un'intelaiatura indipendente oppure montate direttamente sulla struttura di supporto 18 della testa di stesura, come illustrato in figura 7.

25 La macchina è gestita da un'unità logica di controllo, non illustrata in figura, che ha il compito di comandare tutti i dispositivi in funzione di istruzioni preimpostate in un controllo numerico e di segnali di controllo rilevati da una

serie di sensori presenti nella macchina.

Nel dettaglio la macchina prevede un sistema di scansione 74 (figura 7) che ha il compito di rilevare il profilo dello stampo 4.

5 Detto sistema di scansione può essere ad esempio almeno un digitalizzatore d'immagine, una videocamera, un laser, un sensore ad ultrasuoni o radar.

Le informazioni rilevate dal sensore sono inviate al controllo numerico che le analizza, le confronta con i parametri preimpostati e, in collaborazione con l'unità logica di controllo, programma la movimentazione di tutti i dispositivi della macchina (movimento degli assi X, Y e Z, X', Y', velocità di
10 avanzamento del tessuto nella testa di stesura, distanze dei rulli nella testa di impregnazione, movimenti del braccio antropomorfo, ecc.).

A valle dell'unità di impregnazione è previsto un sensore 75 (figura 7) in grado di ispezionare la corretta e uniforme impregnazione del tessuto.

15 Detto dispositivo può essere ad esempio un digitalizzatore d'immagine, una videocamera, un laser, un sensore a ultrasuoni, elettromagnetico o tomografico.

Il sensore 75 rileva in tempo reale informazioni sullo spessore e sulle caratteristiche del materiale depositato sul tessuto, e invia dette informazioni al controllo numerico, permettendo al controllo numerico di correggere i
20 parametri che governano l'unità d'impregnazione (come ad esempio la distanza fra i rulli nella testa di stesura, le caratteristiche del materiale della matrice, la pressione applicata al tessuto dalla seconda coppia di rulli, la variazione della velocità di stesura del tessuto).

25 La macchina può essere equipaggiata anche con un sistema di ispezione automatica del tessuto impregnato steso sullo stampo. Tale sistema è

composto ad esempio un digitalizzatore d'immagine, una videocamera, un laser, un sensore a ultrasuoni, elettromagnetico o tomografico fissate ad un telaio di supporto oppure direttamente sulla testa di stesura come illustrato con il numero 76 in figura 1 e 7.

5 Detto sistema consente il controllo continuo del tessuto steso sullo stampo, permettendo in questo modo di rilevare e registrare difetti quali grinze, imperfezioni, bolle d'aria e altre imperfezioni. Il sistema di ispezione è connesso all'unità logica di controllo che riceve i dati registrati, li elabora e consente la localizzazione spaziale, la riparazione automatica o la semplice
10 registrazione del difetto.

Detta macchina, secondo l'invenzione, può prevedere varie configurazioni.

Con riferimento alle figure 14a e 14b la macchina per la produzione di parti in materiali compositi comprende due carri trasversali 8 montati sulla traversa 6, con due teste di stesura 15 che lavorano su due stampi 4.

15 I bracci antropomorfi 16 sono montati su una coppia di carri trasversali 80 scorrevoli su guide 81 fissate sul lato opposto della traversa rispetto ai carri trasversali 8.

Le configurazioni della macchina possono essere molteplici a seconda dei manufatti o delle quantità da produrre.

20 Il procedimento per la produzione di parti in materiali compositi, secondo l'invenzione, prevede le seguenti fasi consistenti nel:

- svolgere e alimentare in continuo un tessuto avvolto su una bobina;
- ritagliare in continuo il tessuto in un senso longitudinale rispetto alla direzione di svolgimento del tessuto;
- 25 - impregnare in continuo il tessuto con un materiale plastico che costituisce

la matrice;

- stendere in continuo il tessuto impregnato su uno stampo o forma;
- compattare in continuo il tessuto steso per eliminare eventuali bolle d'aria e imperfezioni;
- 5 - tagliare il tessuto in un senso trasversale rispetto alla direzione di svolgimento del tessuto;

10 Detta fase di taglio longitudinale prevede di sagomare il tessuto lungo bordi, ritagliandolo in un senso longitudinale rispetto alla direzione di stesura, per conferire al tessuto la sagoma necessaria per ricoprire una determinata zona dello stampo o forma.

Detta fase di impregnazione consiste nel far passare il tessuto all'interno di un contenitore riempito con il materiale che costituisce la matrice per far sì che uno strato di detto materiale rimanga aderente alla superficie del tessuto.

15 Detto materiale che costituisce la matrice può essere un materiale termoidurente, un materiale termoplastico o un elastomero, che può essere liquido, in polvere o in pasta.

Nel dettaglio detta fase di impregnazione prevede le seguenti ulteriori sottofasi consistenti nel:

- comprimere il tessuto con una prima coppia di rulli controrotanti per far fuoriuscire la maggior quantità possibile di aria intrappolata fra le fibre;
- 20 - immergere il tessuto in un contenitore riempito con il materiale che costituisce la matrice;
- far passare il tessuto impregnato fra una seconda coppia di rulli controrotanti, regolando la distanza fra detti rulli per variare lo spessore dello strato di materiale che rimane depositata sulle superfici del tessuto.
- 25

Preferibilmente l'invenzione prevede anche un ulteriore fase consistente nel:

- scansionare in tempo reale il profilo dello stampo o forma;

Il profilo dello stampo o forma di norma è già precaricato nel controllo numerico tramite appositi programmi software. Tuttavia è possibile prevedere di scansionare in tempo reale del profilo dello stampo e inviare le informazioni al controllo numerico che le analizza, le confronta con i parametri preimpostati e, in collaborazione con l'unità logica di controllo, riprogramma la movimentazione dei vari dispositivi della macchina (movimento degli assi X, Y e Z, X', Y', movimento dei sistemi di taglio, ecc.).

10 Il sistema di scansione può essere ad esempio almeno un digitalizzatore d'immagine, una videocamera, un laser, un sensore ad ultrasuoni o radar.

Preferibilmente l'invenzione prevede anche un ulteriore fase consistente nel:

- ispezionare il tessuto appena impregnato per verificare la corretta ed uniforme impregnazione.

15 La fase prevede di rilevare in tempo reale informazioni ad esempio sullo spessore e sulla viscosità del materiale depositato sul tessuto o altre simili, e di inviarle al controllo numerico che le analizza e se necessario correggere i parametri che governano l'unità d'impregnazione (come ad esempio la distanza tra i rulli controrotanti, la portata di materiale nel contenitore, la pressione applicata al tessuto dalla prima coppia di rulli o la velocità di stesura del tessuto).

20 Il dispositivo di ispezione può essere ad esempio un digitalizzatore d'immagine, una videocamera, un laser, un sensore a ultrasuoni, elettromagnetico o tomografico.

25 Preferibilmente l'invenzione prevede anche un ulteriore fase consistente nel:

- ispezionare il tessuto impregnato steso sullo stampo per rilevare e registrare eventuali difetti.

La fase prevede di ispezionare il tessuto steso sullo stampo per rilevare eventuali difetti come grinze, imperfezioni, bolle d'aria o altre imperfezioni e di
5 inviare le informazioni all'unità logica di controllo che riceve i dati, li elabora e consente la localizzazione spaziale, la riparazione automatica o la semplice registrazione del difetto.

Tale sistema di ispezione è ad esempio un digitalizzatore d'immagine, una videocamera, un laser, un sensore a ultrasuoni, elettromagnetico o
10 topografico.

Secondo l'invenzione il procedimento per la produzione di parti in materiali compositi comprende anche un'ulteriore fase consistente nel:

- spruzzare collanti, o altre sostanze tramite il braccio antropomorfo 16.

Detta fase a sua volta può essere effettuata prima della stesura del tessuto
15 oppure dopo.

Nel primo caso ad esempio possono essere spruzzate delle sostanze che favoriscono il distacco della parte dallo stampo una volta terminato l'indurimento oppure la spruzzatura di uno strato di un materiale utilizzato nei
20 materiali compositi per fornire la colorazione desiderata alla superficie esterna, oltre che a renderli impermeabili e a garantire un'adeguata resistenza agli agenti atmosferici (ad esempio Gelcoat).

Quest'ultimo rimane poi aderente alla superficie della parte in materiale composito quando questa viene estratta dallo stampo o forma.

Nel secondo caso invece può essere spruzzato ad esempio del collante per
25 fissare elementi di rinforzo sulla parte in composito, oppure uno strato

ulteriore di materiale che costituisce indurente la matrice.

Queste sostanze o materiali sono spruzzati tramite gli spruzzatori 63 montati sulla testina 62 braccio antropomorfo 16.

Secondo l'invenzione il procedimento per la produzione di parti in materiali compositi comprende anche un'ulteriore, consistente nel:

- incollare elementi di rinforzo sul tessuto steso.

In alcuni casi, specie se le parti realizzate sono di dimensioni elevate, può essere necessario inserire degli elementi strutturali di rinforzo ad esempio in metallo o altri elementi in materiale composito precedentemente realizzati.

Per fare ciò si posiziona l'elemento di rinforzo nella posizione desiderata tramite il manipolatore 17 e si spruzza del collante o simili, tramite gli spruzzatori 63 montati sulla testina 62 del braccio antropomorfo, per fissare detto elemento alla superficie della parte in materiale composito presente nello stampo.

Grazie alla presente invenzione è quindi possibile automatizzare tutte le fasi di produzione di un componente realizzato in materiale composito, anche di grandi dimensioni, riducendo al minimo l'utilizzo di manodopera.

Questo consente di ottenere parti in materiali compositi qualitativamente migliori rispetto a quelle prodotte con i sistemi noti, con una elevata ripetibilità e in tempi molto ridotti.

Inoltre grazie all'elevato grado di automatizzazione del sistema è possibile operare senza la costante presenza dell'uomo a contatto con sostanze nocive e in condizioni di sicurezza più elevate.

La macchina per la produzione di parti in materiali compositi così come descritta, è suscettibile di numerose modifiche e varianti tutte comprese

nell'ambito del concetto inventivo; inoltre, tutti i dettagli potranno essere sostituiti da altri elementi tecnicamente equivalenti.

5

COM I/OI SPA

RIVENDICAZIONI

- 5
1. Macchina per la produzione di parti in materiali compositi costituiti da un materiale indurente nel quale è annegato un tessuto, comprendente una struttura (2) mobile lungo almeno un asse rispetto a uno stampo o forma (4) che riproduce le forma della parte che si vuole realizzare, caratterizzata dal fatto di prevedere su detta struttura mobile (2):
- mezzi (26) atti a svolgere ed alimentare in continuo un tessuto avvolto su una bobina;
 - 10 - mezzi (27) atti a ritagliare e sagomare in continuo detto tessuto in un senso longitudinale rispetto alla direzione di svolgimento;
 - mezzi (33) atti a impregnare in continuo detto tessuto con un materiale indurente che costituisce la matrice del materiale composito;
 - mezzi (43) atti stendere e compattare in continuo su una superficie di uno stampo o forma (4) detto tessuto impregnato con il materiale indurente;
 - 15 - mezzi (38) atti a tagliare detto tessuto impregnato in un senso trasversale rispetto alla direzione di svolgimento.
- 20
2. Macchina per la produzione di parti in materiali compositi, secondo la rivendicazione precedente, caratterizzata dal fatto che detta struttura (2), mobile lungo almeno un asse, prevede almeno un asse di rotazione.
- 25
3. Macchina per la produzione di parti in materiali compositi, secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che detta struttura (2) è mobile lungo tre assi (X, Y e Z) perpendicolari fra loro e può ruotare attorno a tre assi (X', Y', Z), rispetto a detto stampo o forma (4).

4. Macchina per la produzione di parti in materiali compositi, secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che detta struttura (2) comprende:
- un portale (2a) mobile orizzontalmente lungo un'asse longitudinale (X);
 - 5 - un primo carro (8) montato su detto portale (2a) e mobile lungo un asse trasversale (Y);
 - un secondo carro (10) montato su detto primo carro (8) e mobile lungo un asse verticale (Z);
 - 10 - un primo supporto (23) collegato rotabilmente a detto secondo carro (10) rotante attorno a un asse (Z);
 - un secondo supporto (21) incernierato a detto primo supporto (23) e rotante rispetto ad esso attorno a un asse (X');
 - una struttura di supporto (18) incernierata su detto secondo supporto (21) e rotante rispetto ad esso attorno a un asse (Y').
- 15 5. Macchina per la produzione di parti in materiali compositi, secondo la rivendicazione precedente, caratterizzata dal fatto che detti mezzi (26, 27, 33, 43, 38) sono montati su detta struttura di supporto (18).
- 20 6. Macchina per la produzione di parti in materiali compositi, secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 5, caratterizzata dal fatto che detti mezzi (26), atti a svolgere ed alimentare in continuo un tessuto avvolto su una bobina, comprendono un sistema (26) in grado di prelevare una bobina 13 piena da una stazione di stoccaggio (12) e di posizionarla per lo svolgimento e un dispositivo di trascinamento (26a), dotato di pinze mobili che preleva, il lembo iniziale di tessuto dalla bobina e lo guida per un tratto iniziale per assicurare un perfetto posizionamento e
- 25

allineamento nella macchina.

- 5
7. Macchina per la produzione di parti in materiali compositi, secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 5, caratterizzata dal fatto che detti mezzi (27) atti a ritagliare e sagomare in continuo detto tessuto in un senso longitudinale rispetto alla direzione di svolgimento comprendono almeno due testine di taglio (28, 29) montate ciascuna su un attuatore lineare (30) che traslano indipendentemente lungo una direzione trasversale rispetto a quella di svolgimento del tessuto per sagomare i bordi della striscia di tessuto, anche in maniera asimmetrica, per conferirgli la sagoma necessaria per ricoprire una determinata zona dello stampo (4).
- 10
8. Macchina per la produzione di parti in materiali compositi, secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 5, caratterizzata dal fatto che detti mezzi atti a impregnare in continuo detto tessuto con un materiale indurente comprendono:
- 15
- mezzi (34) atti a comprimere il tessuto per far fuoriuscire l'aria intrappolata fra le fibre;
 - un contenitore (36) riempito con il materiale indurente nel quale è immerso il tessuto;
 - 20 - mezzi (35) atti a distribuire il materiale che costituisce la matrice in uno strato di spessore uniforme e a regolare lo spessore di detto strato.
9. Macchina per la produzione di parti in materiali compositi, secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 5, caratterizzata dal fatto che detti mezzi (43) atti a stendere e compattare in continuo su una superficie di uno stampo o forma detto tessuto comprendono almeno un rullo
- 25

compattatore (43) sostenuto alle estremità da supporti (44) montati sulla struttura di supporto (18), comprendente un involucro (45) realizzato in un materiale flessibile e riempito con un materiale (46) che consente a detto rullo di adattarsi perfettamente alla forma della superficie dello stampo.

- 5 **10.** Macchina per la produzione di parti in materiali compositi, secondo la rivendicazione 9, caratterizzata dal fatto che detto materiale (46) è un fluido, liquido o un gassoso, alimentato nell'involucro (45) con una pressione regolabile tramite un condotto (85) collegato a uno dei supporti (44).
- 10 **11.** Macchina per la produzione di parti in materiali compositi, secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 5, caratterizzata dal fatto che detti mezzi (38) atti a tagliare detto tessuto in un senso trasversale rispetto alla direzione di svolgimento comprendono una testina di taglio (39) montata su un primo attuatore lineare (40) che ha il compito di farla traslare lungo una direzione sostanzialmente trasversale rispetto alla direzione di svolgimento del tessuto, ed un secondo attuatore (41) che ha il compito di ruotare il primo attuatore (40) attorno ad un fulcro (42) per variare la direzione di traslazione di detta testina (39).
- 15
- 20 **12.** Macchina per la produzione di parti in materiali compositi, secondo le rivendicazioni 7 e 12, caratterizzata dal fatto che detta testine di taglio (28, 29, 39) possono essere di tipo meccanico oppure ad ultrasuoni o laser.
- 25 **13.** Macchina per la produzione di parti in materiali compositi, secondo la rivendicazione 8, caratterizzata dal fatto che detti mezzi (34) atti a comprimere il tessuto per far fuoriuscire l'aria intrappolata fra le fibre

comprendono una coppia di rulli motorizzati controrotanti (34) fra i quali viene fatto passare il tessuto, dotati di un sistema a eccentrico per regolare la distanza e quindi la pressione esercitata su detto tessuto.

- 5
- 14.** Macchina per la produzione di parti in materiali compositi, secondo la rivendicazione 8, caratterizzata dal fatto che mezzi (35) atti a distribuire il materiale che costituisce la matrice in uno strato di spessore uniforme e a regolare lo spessore di detto strato comprendono una coppia di rulli motorizzati controrotanti (35), fra i quali viene fatto passare il tessuto, dotati di un sistema a eccentrico per regolare la distanza che consente
- 10
- di regolare lo spessore dello strato di materiale indurente depositato sulle superfici del tessuto.
- 15.** Macchina per la produzione di parti in materiali compositi, secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto di prevedere mezzi riscaldanti (73) atti a riscaldare il materiale impregnato
- 15
- per velocizzare la fase di indurimento del materiale che costituisce la matrice.
- 16.** Macchina per la produzione di parti in materiali compositi, secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto di prevedere mezzi di scansione (74) in grado di rilevare il profilo dello
- 20
- stampo 4.
- 17.** Macchina per la produzione di parti in materiali compositi, secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto di prevedere mezzi di ispezione (75) del tessuto impregnato per valutare lo spessore e/o caratteristiche fisiche del materiale indurente che costituisce
- 25
- la matrice.

18. Macchina per la produzione di parti in materiali compositi, secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto di prevedere mezzi di ispezione (76) del tessuto impregnato steso sullo stampo per verificare la presenza di difetti, bolle d'aria e imperfezioni.
- 5 19. Macchina per la produzione di parti in materiali compositi, secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto di prevedere un braccio antropomorfo (16) collegabile al secondo carro (10), provvisto di mezzi scelti fra spruzzatori (63) atti a spruzzare liquidi, polveri o paste, rulli ausiliari (64) atti a compattare il tessuto steso oppure pinze per manipolare piccoli oggetti.
- 10 20. Macchina per la produzione di parti in materiali compositi, secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto di prevedere un manipolatore (17) collegabile al secondo carro (10) atto a manipolare e posizionare in un qualsiasi punto del volume di lavoro della macchina eventuali parti o componenti da incorporare nella parte in
- 15 materiale composito oppure la parte stessa una volta terminato il processo produttivo.
21. Procedimento per la produzione di parti in materiali compositi caratterizzato dal fatto di prevedere le seguenti fasi consistenti nel:
- 20 - svolgere e alimentare in continuo un tessuto avvolto su una bobina;
- ritagliare in continuo il tessuto in un senso longitudinale rispetto alla direzione di svolgimento;
- impregnare in continuo il tessuto con un materiale plastico che costituisce la matrice;
- 25 - stendere in continuo il tessuto impregnato su uno stampo o forma;

- compattare in continuo il tessuto steso per eliminare eventuali bolle d'aria e imperfezioni;
- tagliare il tessuto in un senso trasversale rispetto alla direzione di svolgimento.

5 **22.** Procedimento per la produzione di parti in materiali compositi, secondo la rivendicazione 21, caratterizzato dal fatto che detta fase consistente nell'impregnare il tessuto comprende a sua volta le fasi consistenti nel:

- comprimere il tessuto con una prima coppia di rulli controrotanti per far fuoriuscire la maggior quantità possibile di aria intrappolata fra le fibre;
- 10 - immergere il tessuto in un contenitore riempito con il materiale che costituisce la matrice;
- far passare il tessuto impregnato fra una seconda coppia di rulli controrotanti, regolando la distanza fra detti rulli per controllare la quantità di materiale che rimane depositata sulle superfici del tessuto.

15 **23.** Procedimento per la produzione di parti in materiali compositi, secondo la rivendicazione 21, caratterizzato dal fatto di prevedere almeno una delle seguenti fasi consistenti nel:

- scansionare in tempo reale il profilo dello stampo o forma.
- ispezionare il tessuto appena impregnato per verificare la corretta ed
- 20 uniforme impregnazione.
- ispezionare il tessuto impregnato steso sullo stampo per rilevare e registrare eventuali difetti.

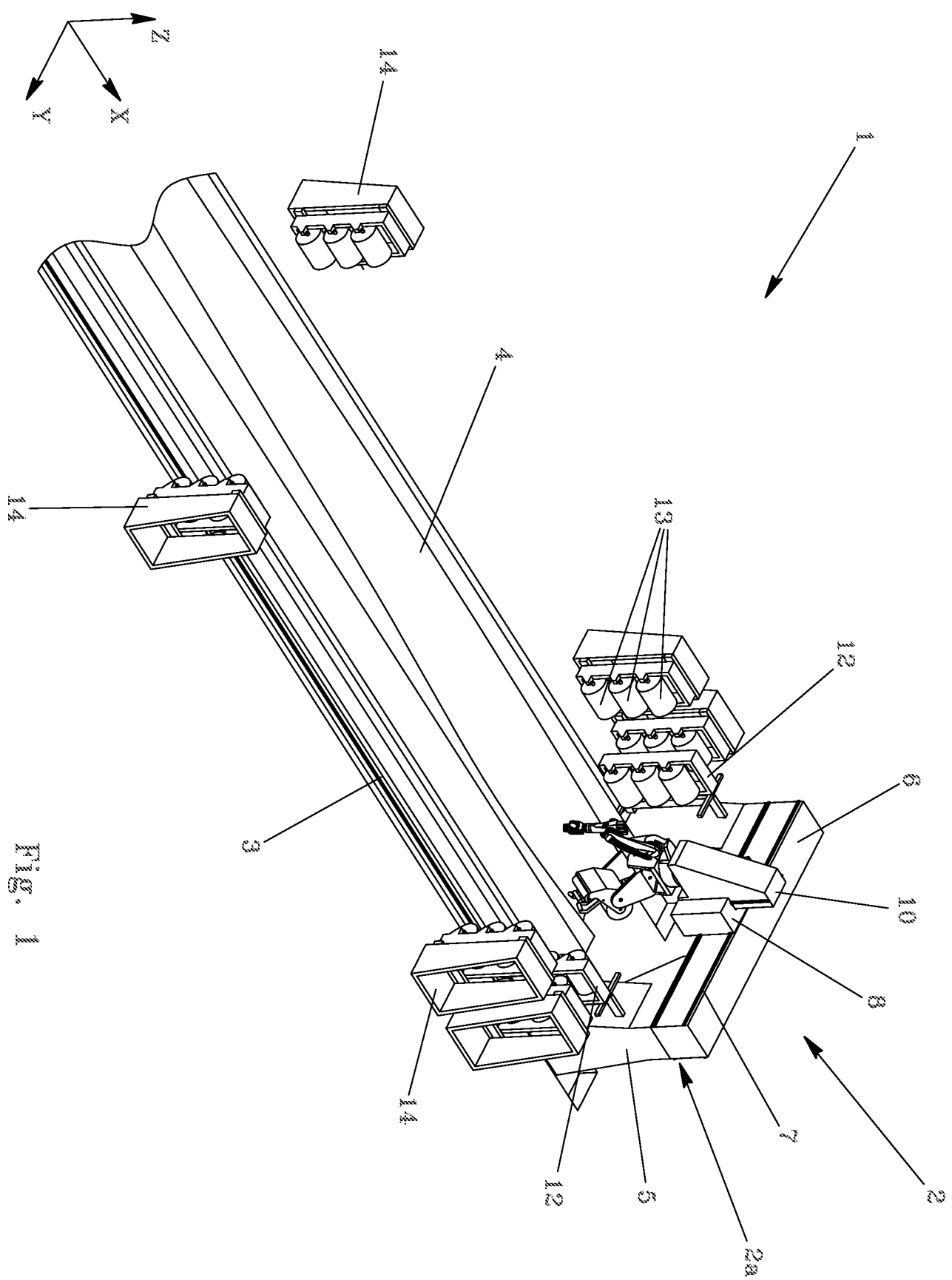


Fig. 1

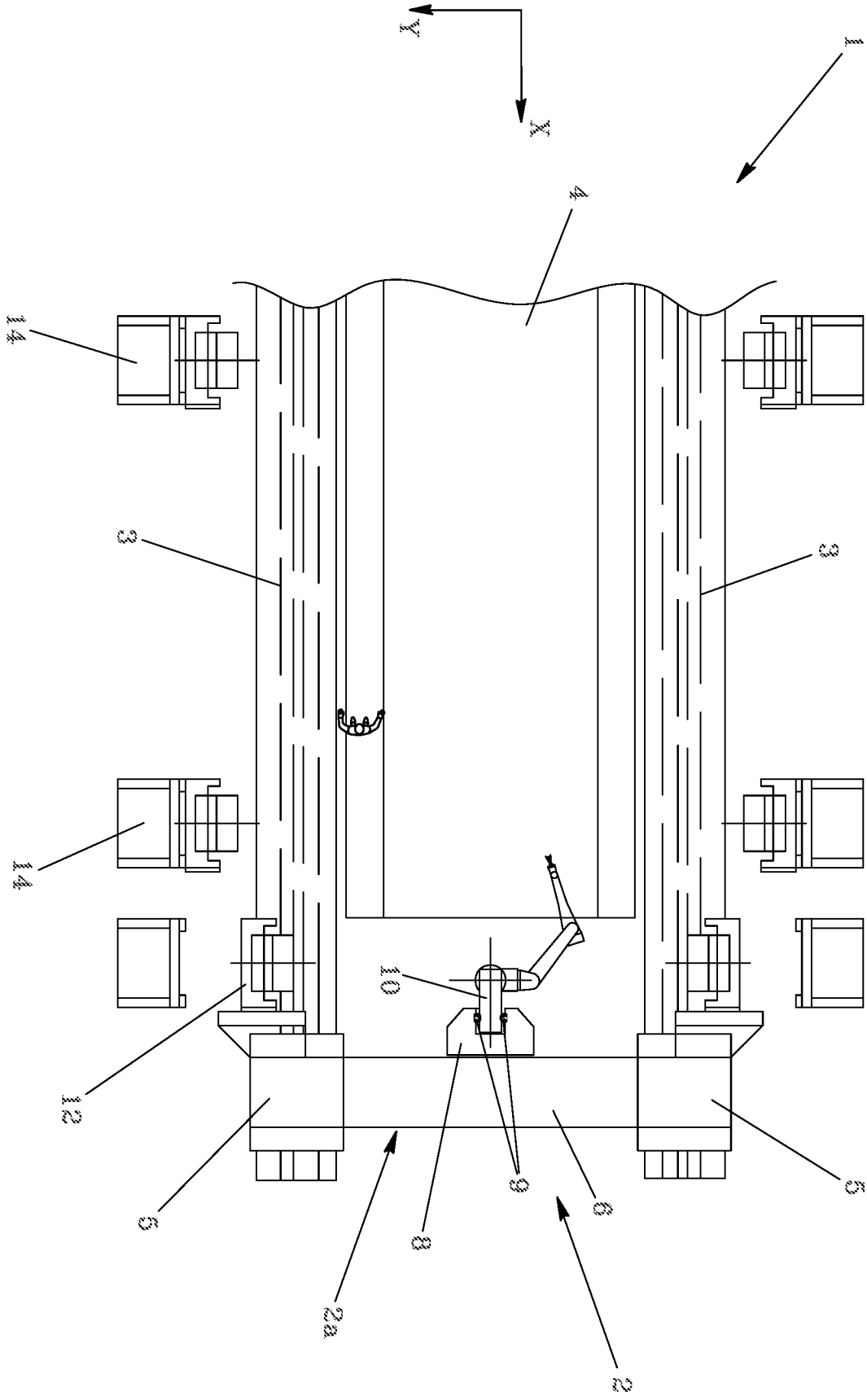


Fig. 2

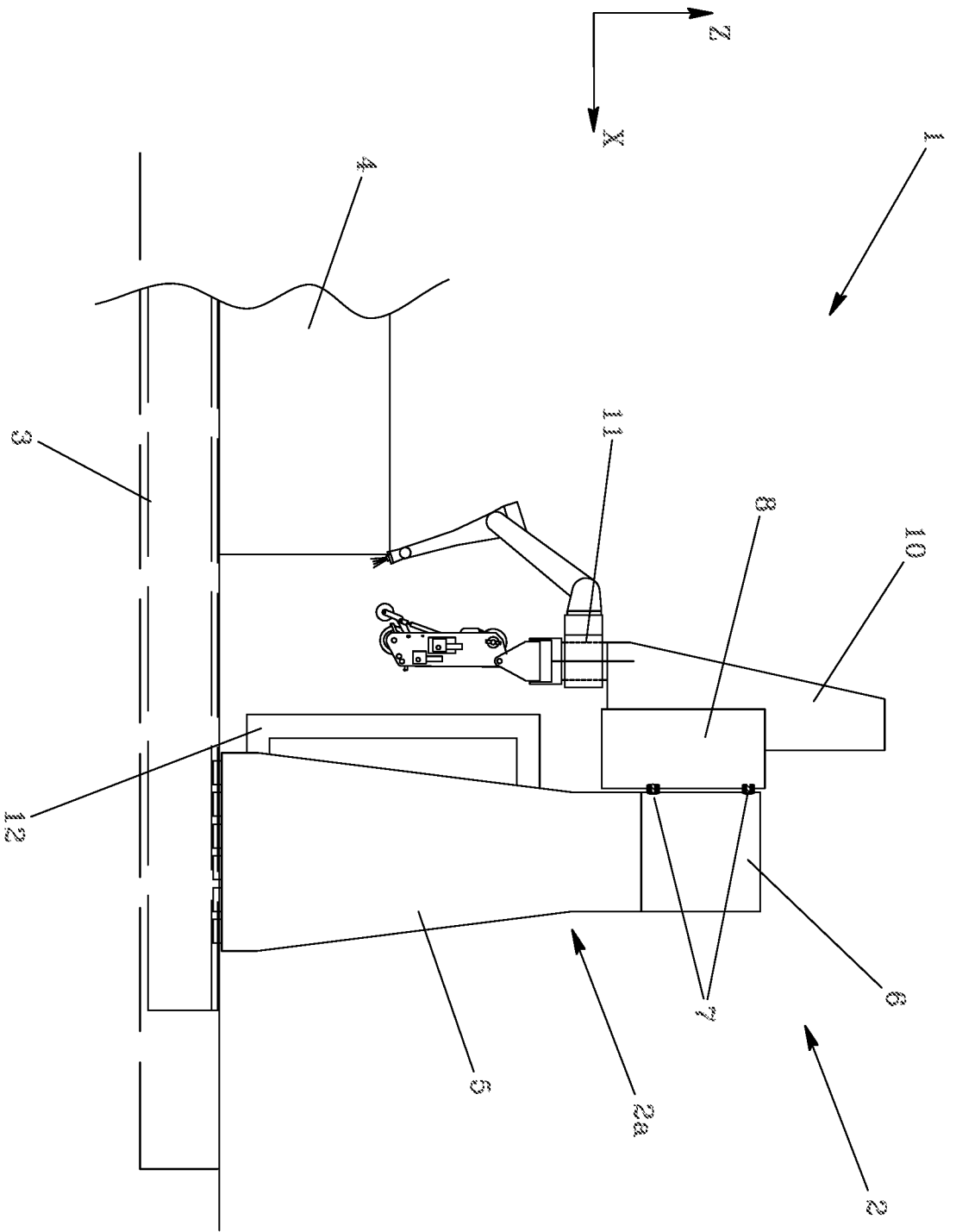


Fig. 3

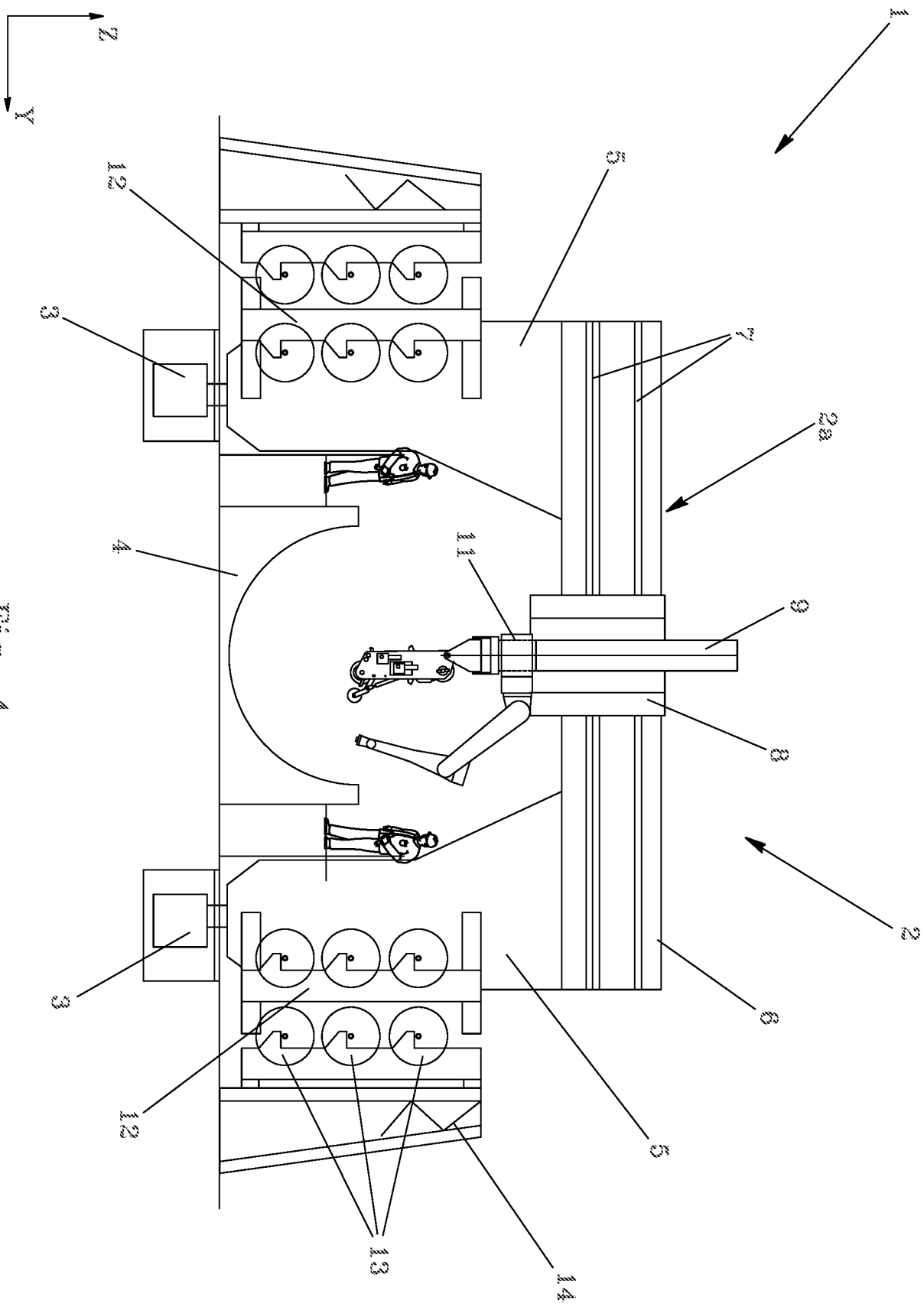


Fig. 4

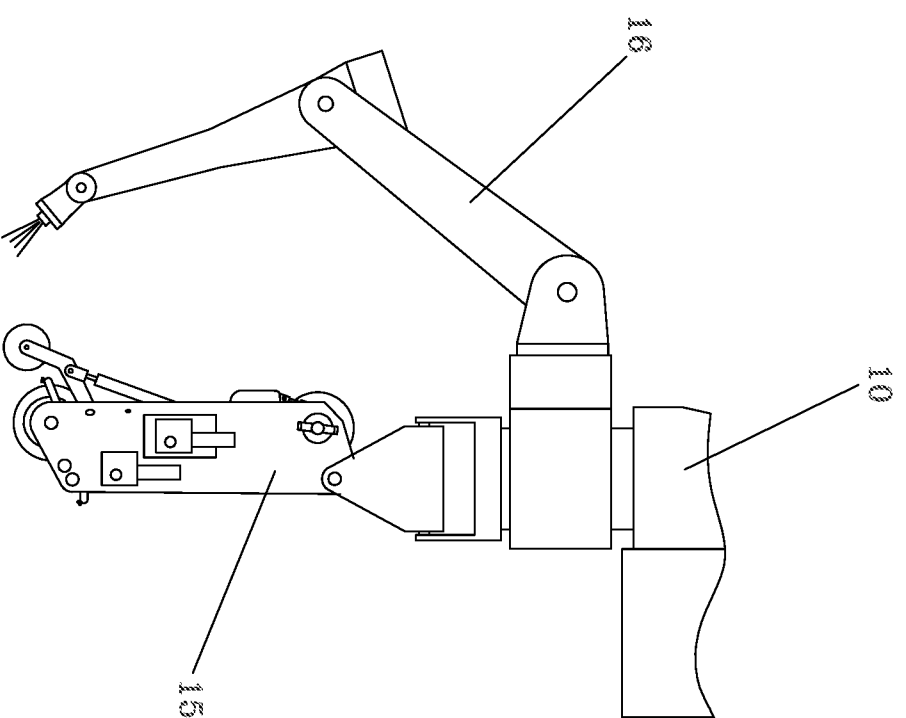


Fig. 5a

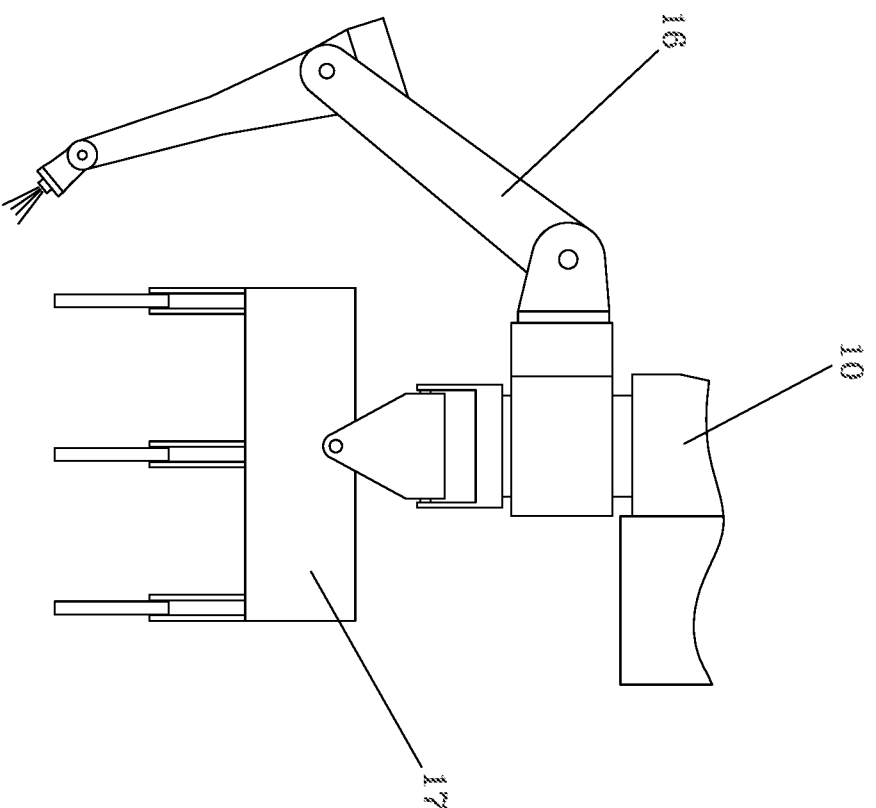


Fig. 5b

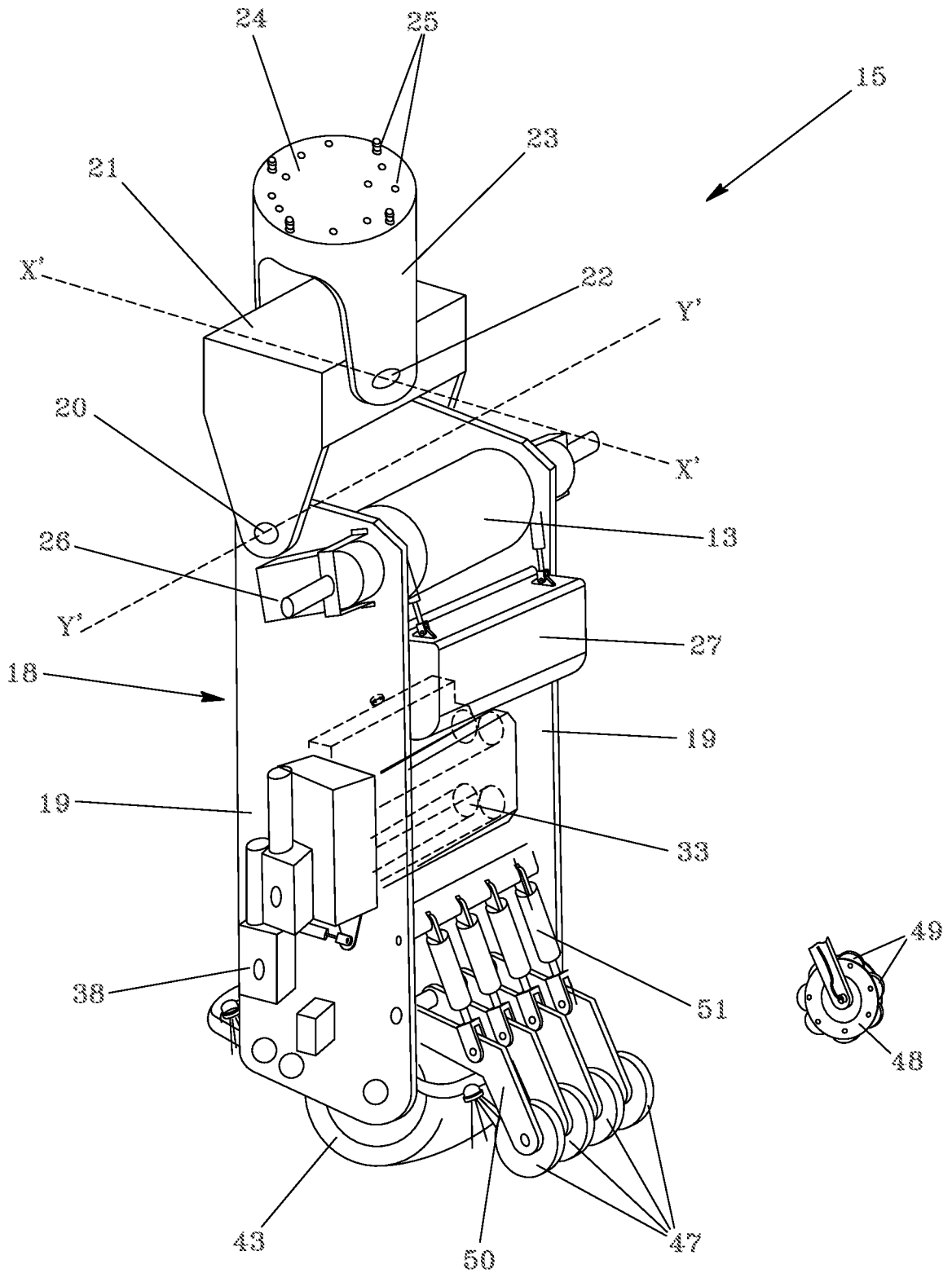


Fig. 6

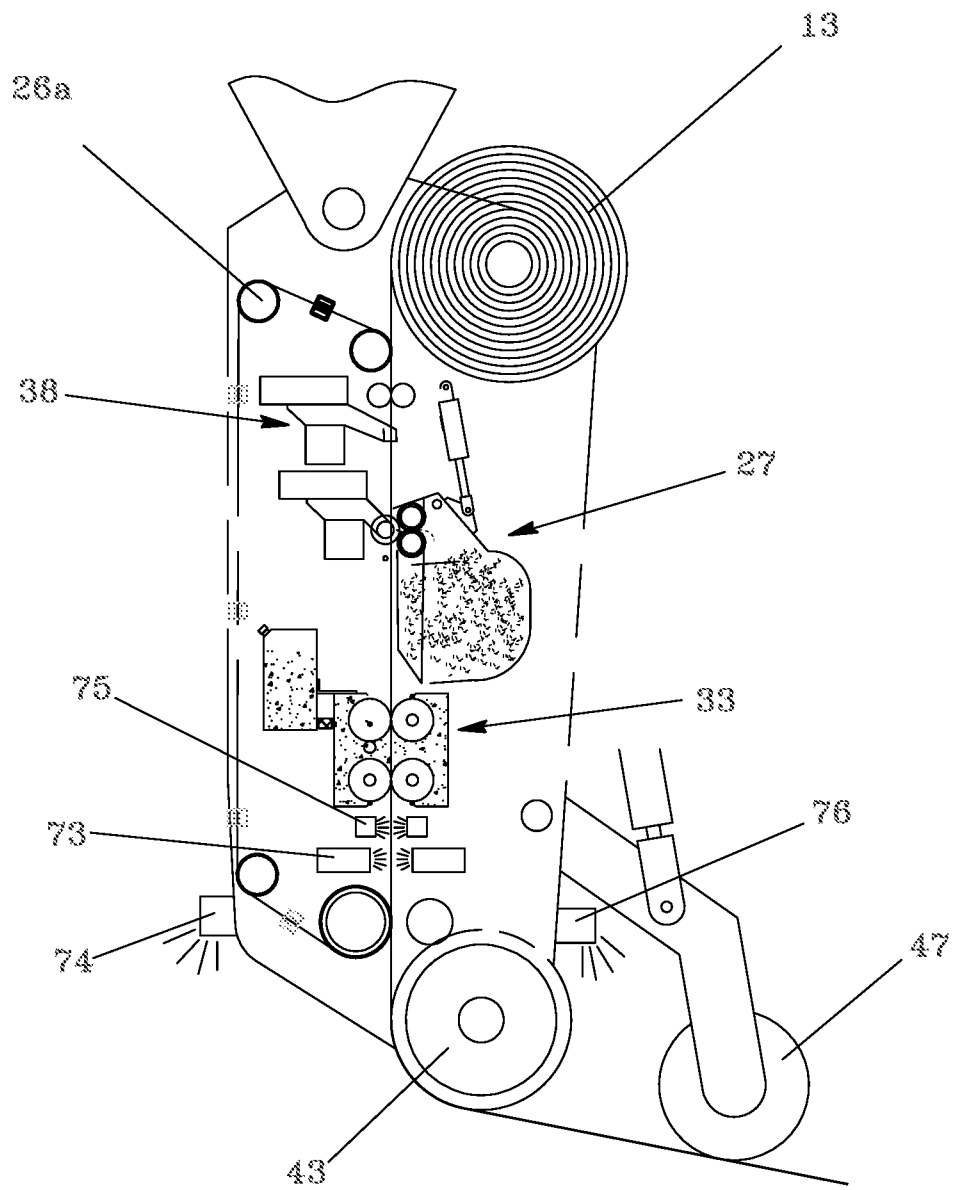


Fig. 7

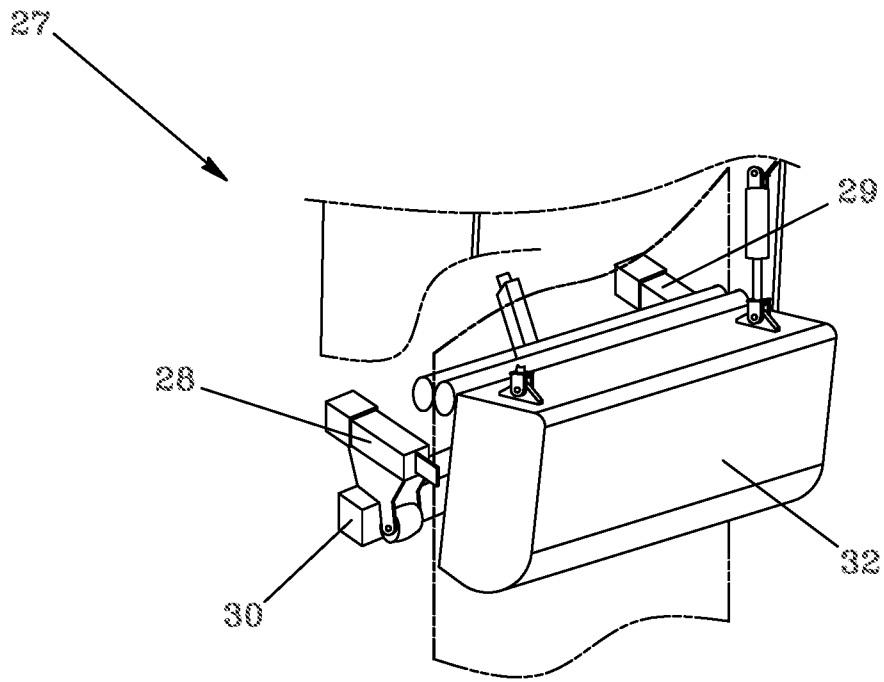


Fig. 8a

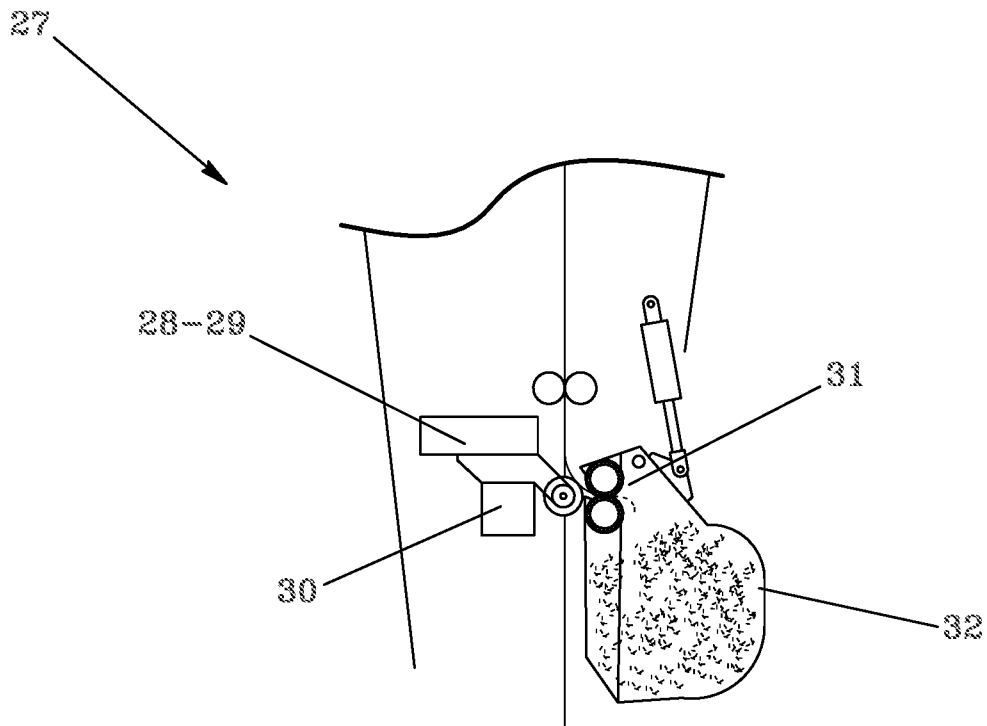


Fig. 8b

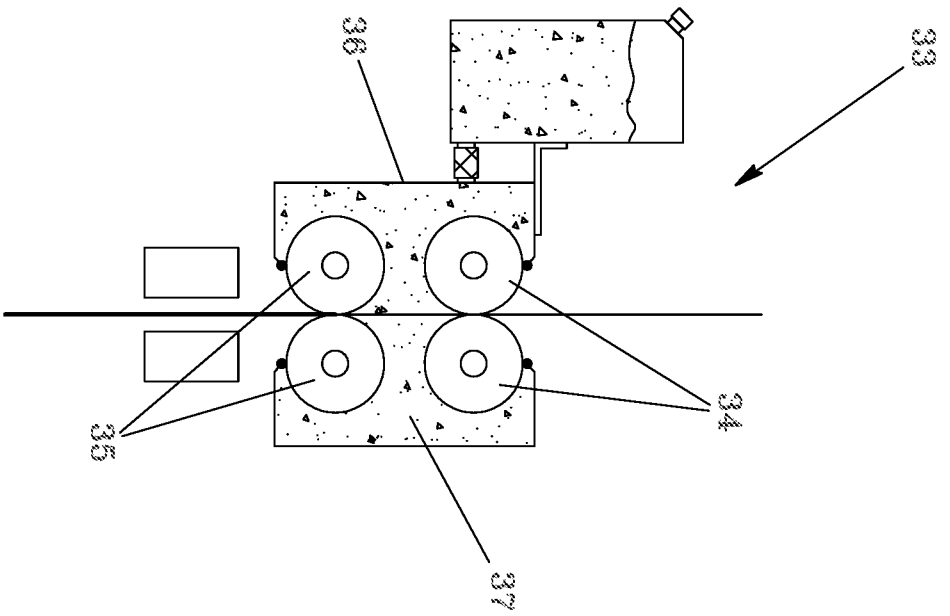


Fig. 9

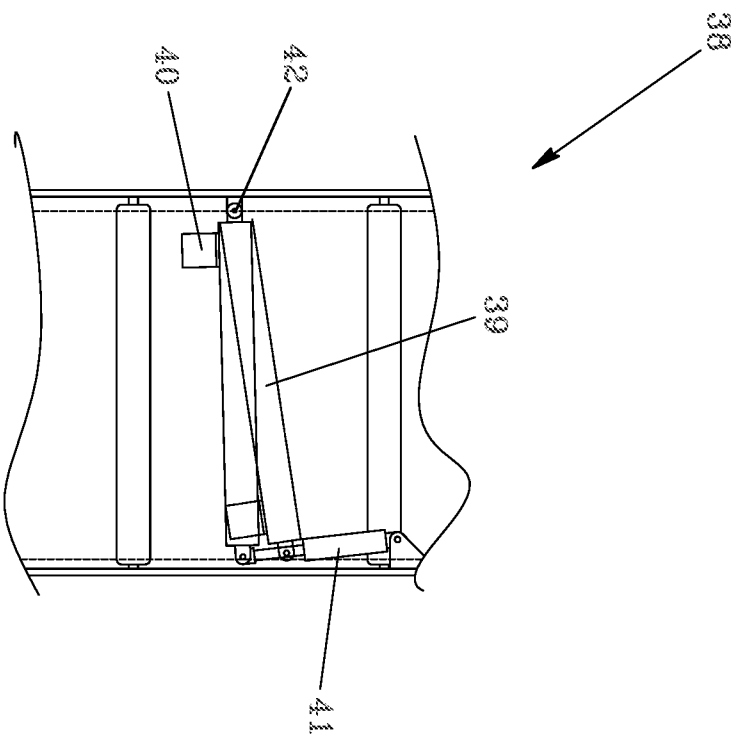


Fig. 10

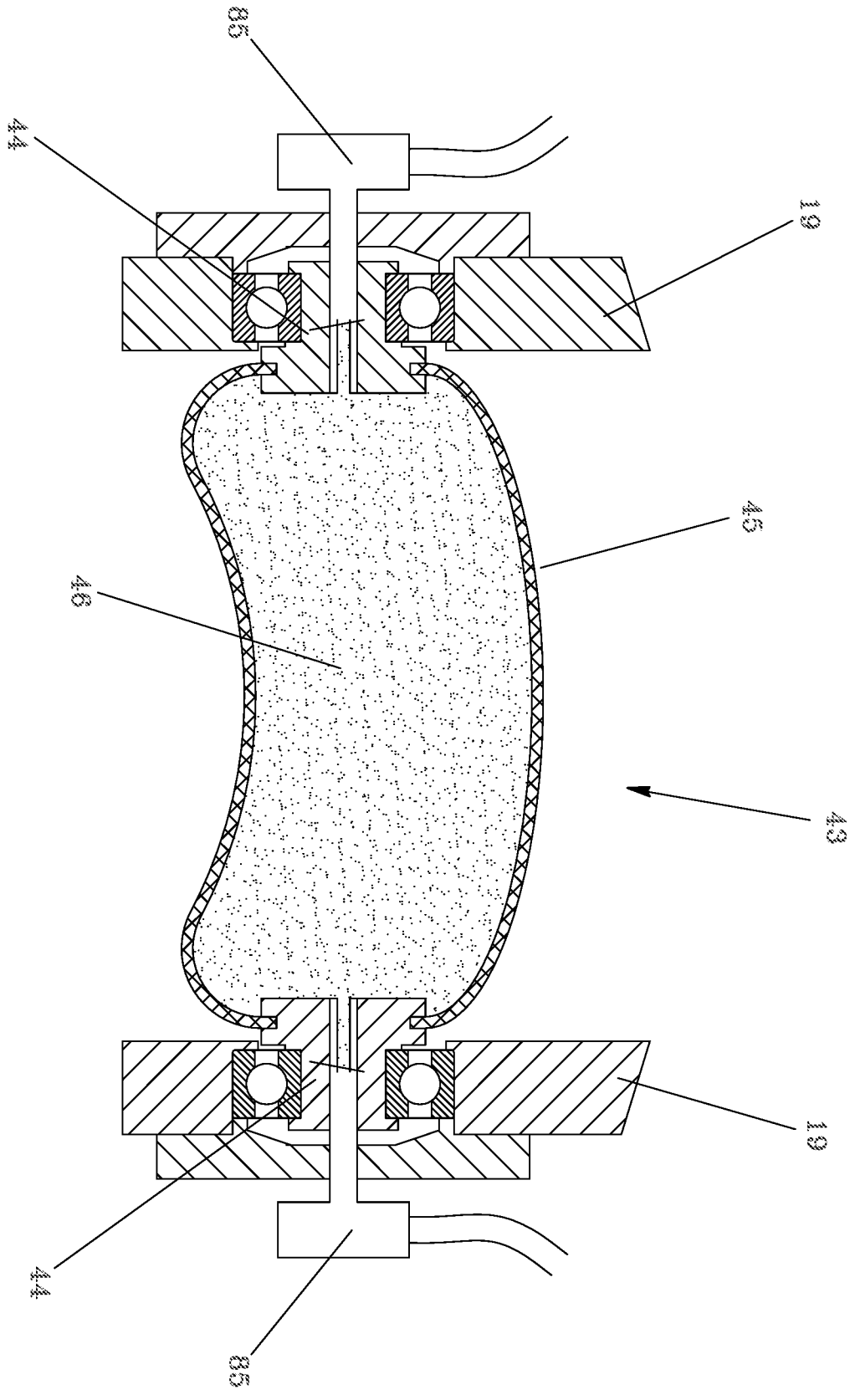


Fig. 11

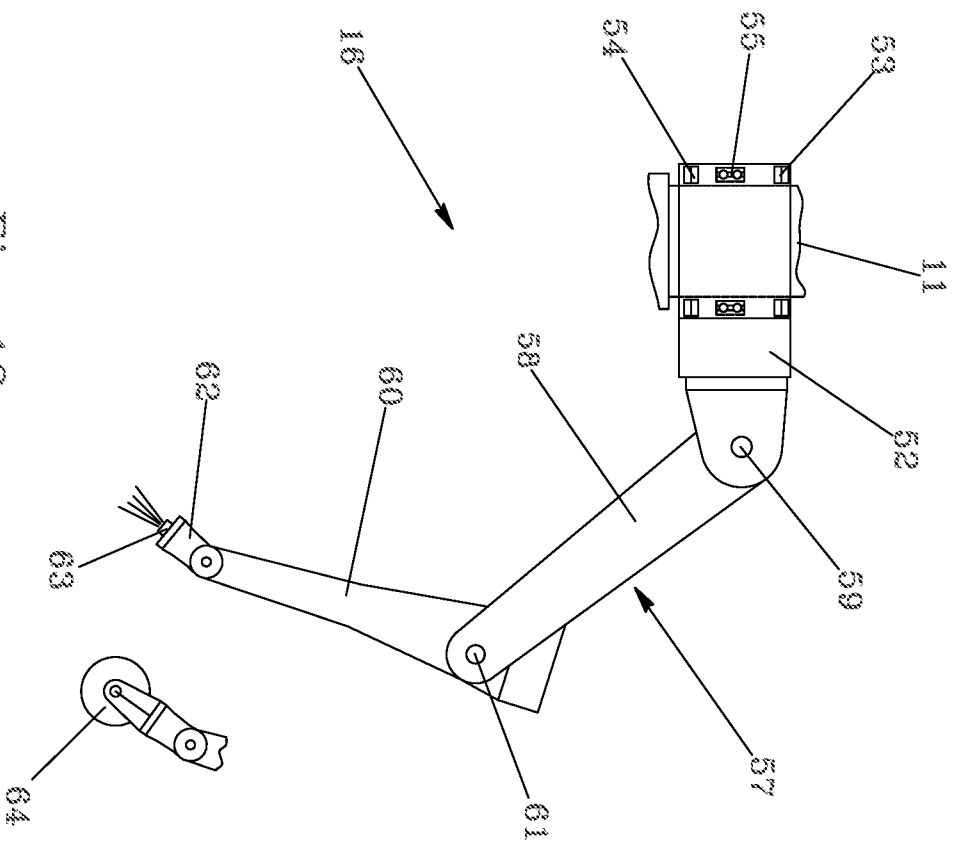


Fig. 12

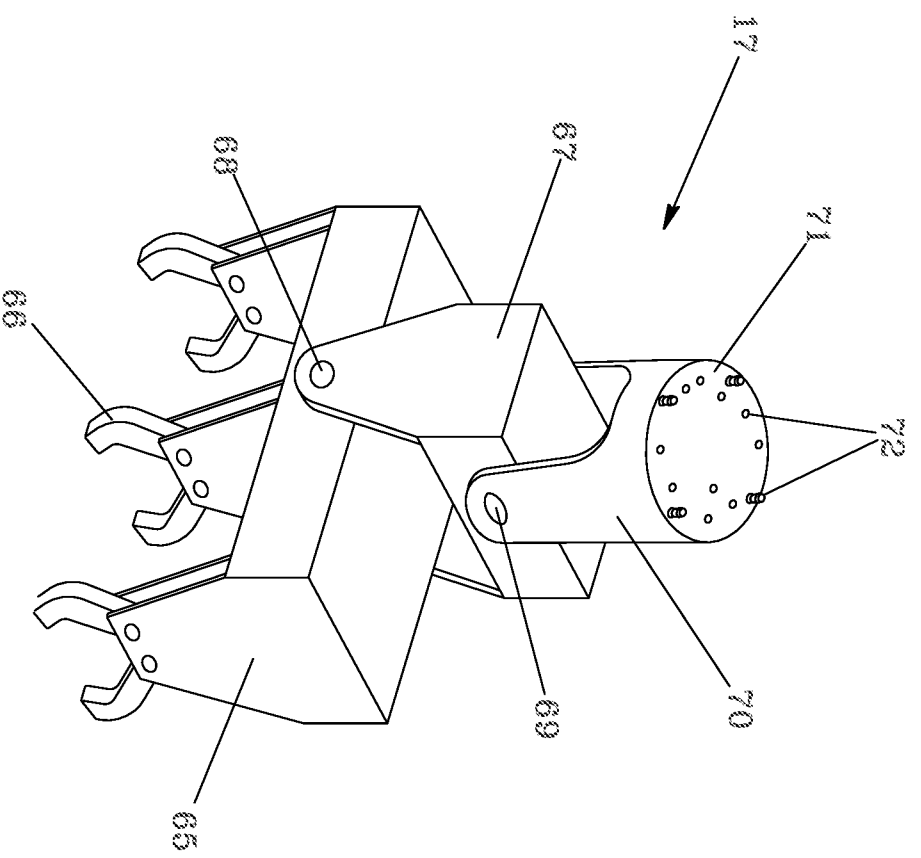


Fig. 13

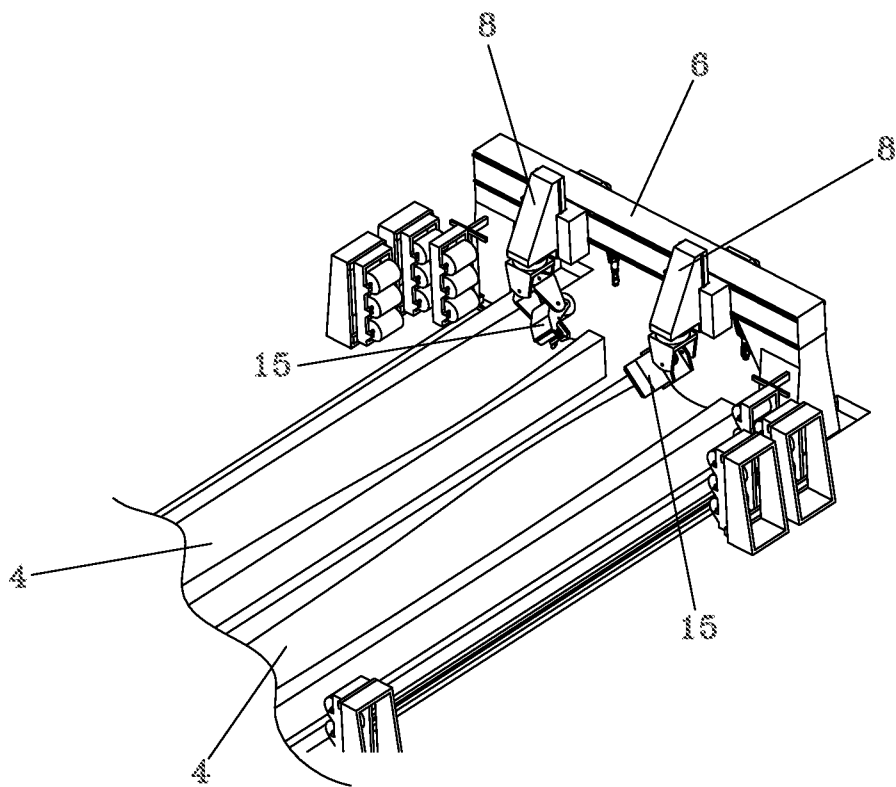


Fig. 14a

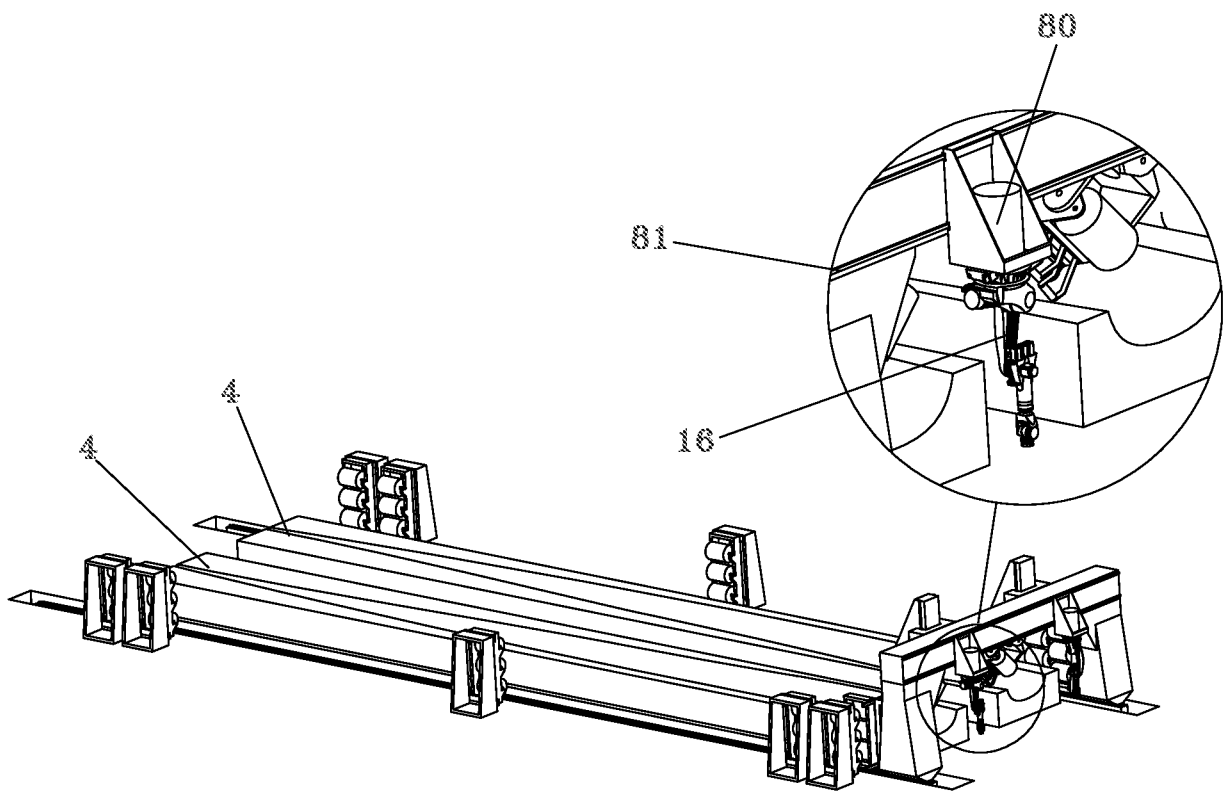


Fig. 14b