

# ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902039600A1

Publication Date

20131006

Applicant

FERRARI S.P.A.

Title

SISTEMA DI ACCUMULO DI ENERGIA ELETTRICA PER UN VEICOLO CON  
PROPULSIONE ELETTRICA E PRESENTANTE BATTERIE CHIMICHE  
CILINDRICHE COLLEGATE TRA LORO IN PARALLELO E SERIE MEDIANTE  
ELEMENTI DI COLLEGAMENTO RIGIDI CONFORMATI AD "U";

## DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

"SISTEMA DI ACCUMULO DI ENERGIA ELETTRICA PER UN VEICOLO CON PROPULSIONE ELETTRICA E PRESENTANTE BATTERIA CHIMICHE CILINDRICHE COLLEGATE TRA LORO IN PARALLELO E SERIE MEDIANTE ELEMENTI DI COLLEGAMENTO RIGIDI CONFORMATI AD "U""

di FERRARI S.P.A.

di nazionalità italiana

con sede: VIA EMILIA EST 1163

MODENA (MO)

Inventore: FAVARETTO Fabrizio

\*\*\* \* \* \*

## SETTORE DELLA TECNICA

La presente invenzione è relativa ad un sistema di accumulo di energia elettrica per un veicolo con propulsione elettrica.

La presente invenzione trova vantaggiosa applicazione in veicolo stradale con propulsione ibrida cui la trattazione che segue farà esplicito riferimento senza per questo perdere di generalità.

## ARTE ANTERIORE

Un veicolo ibrido comprende un motore termico a combustione interna, il quale trasmette la coppia motrice alle ruote motrici mediante una trasmissione provvista di un cambio, ed almeno una macchina elettrica che è collegata

**Matteo MACCAGNAN**  
(Iscrizione Albo N.987/BM)

meccanicamente alle ruote motrici ed è collegata elettricamente ad un sistema di accumulo di energia elettrica. Normalmente, il sistema di accumulo di energia elettrica comprende un pacco di batterie chimiche che sono tra collegate in parallelo e serie.

Nella domanda di brevetto IT2012B000056 è descritto un sistema di accumulo di energia elettrica per un veicolo con propulsione elettrica; il sistema di accumulo è provvisto di un pacco di batterie chimiche collegate tra loro in parallelo e serie, ciascuna delle quali presenta una forma cilindrica avente un asse centrale di simmetria ed è provvista di una rispettiva cella elettrochimica. Le batterie chimiche sono disposte dentro ad una matrice di supporto in materiale plastico che fornisce un supporto meccanico alle batterie chimiche stesse.

Nella domanda di brevetto IT2012B000056, le batterie chimiche di una stessa fila sono collegate tra loro in parallelo, mentre le varie file di batterie chimiche sono collegate tra loro in serie; in particolare, ciascuna fila di batterie chimiche presenta un collettore elettrico positivo che è elettricamente collegato a tutti i poli positivi delle batterie chimiche della fila mediante corrispondenti conduttori positivo, e presenta un collettore elettrico negativo che è elettricamente collegato a tutti i poli negativi delle batterie chimiche

della fila mediante corrispondenti conduttori negativi. Tuttavia, la sopra descritta modalità di collegamento elettrico delle batterie chimiche presenta alcuni inconvenienti, in quanto non permette di ottenere ai morsetti del sistema di accumulo una tensione elettrica complessiva elevata collegando tra loro in parallelo tutte le batterie chimiche di una stessa fila, e risulta abbastanza complessa (e quindi costosa) da realizzare.

#### DESCRIZIONE DELLA INVENZIONE

Scopo della presente invenzione è di fornire un sistema di accumulo di energia elettrica per un veicolo con propulsione elettrica, il quale sistema di accumulo sia esente dagli inconvenienti sopra descritti e, nello stesso tempo, sia di facile ed economica realizzazione.

Secondo la presente invenzione viene fornito un sistema di accumulo di energia elettrica per un veicolo con propulsione elettrica, secondo quanto rivendicato dalle rivendicazioni allegate.

#### BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI

La presente invenzione verrà ora descritta con riferimento ai disegni annessi, che ne illustrano un esempio di attuazione non limitativo, in cui:

- la figura 1 è una vista schematica ed in pianta di un veicolo stradale con propulsione ibrida;
- la figura 2 è una vista schematica ed in pianta di un

**Matteo MACCAGNAN**  
(Iscrizione Albo N.987/BM)

telaio del veicolo stradale della figura 1 con in evidenza un sistema di accumulo di energia elettrica realizzato in accordo con la presente invenzione;

- la figura 3 è una vista in schematica ed in pianta del telaio della figura 2 privo del sistema di accumulo di energia elettrica;
- la figura 4 è una vista in schematica, in pianta ed in scala ingrandita del solo sistema di accumulo di energia elettrica della figura 2;
- la figura 5 è una vista prospettica e schematica di alcuni moduli di batterie chimiche che compongono il sistema di accumulo di energia elettrica della figura 2;
- la figura 6 è una vista schematica e prospettica di una matrice di supporto in materiale plastico del sistema di accumulo di energia elettrica della figura 2;
- le figure 7 è una vista schematica ed in sezione trasversale di un particolare del sistema di accumulo di energia elettrica della figura 5;
- la figura 8 è una vista schematica ed in sezione longitudinale di un particolare del sistema di accumulo di energia elettrica della figura 5;
- la figura 9 è una vista prospettica e schematica di alcuni moduli di batterie chimiche che compongono il

**Matteo MACCAGNAN**  
(Iscrizione Albo N.987/BM)

sistema di accumulo di energia elettrica della figura 2 con in evidenza i collegamenti elettrici parallelo e serie tra le batterie chimiche;

- la figura 10 è una vista prospettica e schematica di un elemento di collegamento rigido conformato ad "U" che collega tra loro in parallelo e serie due gruppi affiancati di batterie chimiche; e
- la figura 11 è uno schema elettrico che mostra i collegamenti parallelo e serie tra le batterie chimiche di alcune file di batterie chimiche.

#### FORME DI ATTUAZIONE PREFERITE DELL'INVENZIONE

Nella figura 1, con il numero 1 è indicato nel suo complesso un veicolo stradale con propulsione ibrida provvisto di due ruote 2 anteriori e di due ruote 3 posteriori motrici, che ricevono la coppia motrice da un sistema 4 di motopropulsione ibrido.

Il veicolo 1 presenta una direzione longitudinale L parallela alla direzione di moto in rettilineo (ovvero alla direzione di moto con angolo di sterzo nullo) ed una direzione trasversale T perpendicolare alla direzione longitudinale L.

Il sistema 4 di motopropulsione ibrido comprende un motore 5 termico a combustione interna, il quale è disposto in posizione anteriore ed è provvisto di un albero 6 motore, una trasmissione 7 automatica, la quale trasmette

la coppia motrice generata dal motore 5 a combustione interna alle ruote 3 posteriori motrici, ed una macchina 8 elettrica che è meccanicamente collegata alla trasmissione 7 ed è reversibile (cioè può funzionare sia come motore elettrico assorbendo energia elettrica e generando un coppia meccanica motrice, sia come generatore elettrico assorbendo energia meccanica e generando energia elettrica).

La trasmissione 7 comprende un albero 9 di trasmissione che è da un lato è angolarmente solidale all'albero 6 motore e dall'altro lato è meccanicamente collegato ad un cambio 10 a doppia frizione, il quale è disposto in posizione posteriore e trasmette il moto alle ruote 3 posteriori motrice mediante due semiassi 11 che ricevono il moto da un differenziale 12. La macchina 8 elettrica principale è meccanicamente collegata al cambio 10 ed in particolare è angolarmente solidale ad un albero primario del cambio 10; sulle modalità di collegamento della macchina 8 elettrica principale al cambio 10 a doppia frizione si rimanda, ad esempio, a quanto descritto nella domanda di brevetto EP2325034A1.

Secondo quanto illustrato nelle figure 2 e 3, il veicolo 1 stradale è provvisto di un telaio 15 comprendente un pianale 16 (parzialmente e schematicamente illustrato nella figura 3) che costituisce una parete di fondo

dell'abitacolo; nel pianale 16 sono ricavati due alloggiamenti 17 (illustrati nella figura 3) che ospitano il sistema 14 di accumulo (quindi il sistema 14 di accumulo è appoggiata sul pianale 16). Il sistema 14 di accumulo comprende due contenitori 18 (tipicamente realizzati in materiale plastico che è termicamente conduttore ed elettricamente isolante), ciascuno dei quali è inserito all'interno di un corrispondente alloggiamento 17 e quindi presenta la stessa forma dell'alloggiamento 17 stesso.

In ciascun contenitore 18 è disposto un pacco di batterie 19 chimiche, le quali sono collegate tra loro in parallelo e serie e comprendono rispettive celle 20 elettrochimiche (illustrate schematicamente nelle figure 7 e 8) che sono attive a convertire l'energia chimica accumulata in energia elettrica e viceversa. Secondo una preferita forma di attuazione, le celle 20 elettrochimiche sono agli ioni di litio ("Li-Ion").

Secondo quanto illustrato nella figura 5, ciascuna batteria 19 chimica ha una forma cilindrica avente un asse 21 centrale di simmetria e presenta ad una estremità un polo positivo e ad una estremità opposta un polo negativo. Il sistema 14 di accumulo è conformato per venire montato all'interno del veicolo 1 in modo tale che l'asse 21 centrale di simmetria di ciascuna batteria 19 chimica non sia parallelo né alla direzione longitudinale L del veicolo

1, né alla direzione trasversale T del veicolo 1.

Secondo quanto illustrato nella figura 5, le batterie 19 chimiche sono disposte in file 22 tra loro parallele e sono disposte su un singolo strato (cioè nessuna batteria 19 chimica presenta un'altra batteria 19 chimica disposta sopra o sotto a sé stessa); secondo una diversa forma di attuazione non illustrata, il pacco di batterie 19 chimiche presenta due o più strati di batterie 19 chimiche disposti uno sopra all'altro. In ciascuna fila 22, tutte le batterie 19 chimiche della fila 22 sono tra loro parallele e sono disposte una di fianco all'altra con un passo predeterminato in modo tale che la fila 22 si sviluppi perpendicolarmente agli assi 21 centrali di simmetria delle batterie 19 chimiche.

Secondo quanto illustrato nelle figure 5 e 6, il sistema 14 di accumulo comprende una matrice 23 di supporto in materiale plastico all'interno a della quale sono inserite le batterie 19 chimiche. In particolare, la matrice 23 di supporto ha la forma di un parallelepipedo rettangolo presentante una pluralità di fori 24 passanti, ciascuno dei quali è atto a ricevere e contenere una corrispondente batteria 19 chimica che viene infilata assialmente dentro al foro 24 passante. In questa forma di attuazione, solo una porzione centrale di ciascuna batteria 19 chimica è impegnata dalla matrice 23 di supporto (ovvero

è disposta dentro alla matrice 23 di supporto nel corrispondente foro 24 passante), mentre le due porzioni di estremità di ciascuna batteria 19 chimica (in cui sono disposti i due poli elettrici positivo e negativo) fuoriescono a sbalzo dalla matrice 23 di supporto. La matrice 23 di supporto viene realizzata a parte ed indipendentemente dalle batterie 19 chimiche (la matrice 23 di supporto "vuota" presenta l'aspetto illustrato nella figura 6) e le batterie 19 chimiche vengono inserite in un secondo momento nei fori 24 passanti della matrice 23 di supporto che è stata realizzata in precedenza. Le due porzioni di estremità di ciascuna batteria 19 chimica fuoriescono a sbalzo dalla matrice 23 di supporto; quindi i collegamenti elettrici e di sicurezza delle batterie 19 chimiche vengono realizzati dopo avere inserito le batterie 19 chimiche nella matrice 23 di supporto in quanto le porzioni di estremità di ciascuna batteria 19 chimica sono completamente accessibili dall'esterno.

Secondo una preferita forma di attuazione illustrata nella figura 5, la matrice 23 di supporto non è un unico corpo monolitico che porta tutte le batterie 19 chimiche del pacco di batterie, ma è realizzata in modo modulare disponendo uno di fianco all'altro più moduli della matrice 23 di supporto, ciascuno dei quali porta un determinato numero di batterie 19 chimiche (sei batterie 19 chimiche

nell'esempio illustrato nelle figure 5 e 6). In altre parole, la matrice 23 di supporto è composta in modo modulare dall'unione di più moduli che sono tra loro identici e portano ciascuno uno stesso numero di batterie 19 chimiche (in alternativa, invece di un unico tipo di modulo potrebbero essere previsti diversi tipi di moduli tra loro differenziati). In questo modo, è semplice adattare la forma complessiva della matrice 23 di supporto alla forma (normalmente irregolare) del contenitore 18 del sistema 14 di accumulo.

Secondo quanto illustrato nelle figure 7 e 8, una superficie inferiore della matrice 23 di supporto è appoggiata ad un pannello 25 di fondo del pianale 16). Ciascuna batteria 19 chimica comprende un cella 20 elettrochimica di forma cilindrica, ed un guscio 26 esterno, il quale presenta una forma cilindrica, alloggia al suo interno la cella 20 elettrochimica mantenendo la cella 20 elettrochimica stessa compressa, ed è realizzato in materiale ad alta resistenza meccanica. Ciascuna batteria 19 chimica è provvista di una valvola 27 di sicurezza (ovvero una valvola di sfiato o di sovrappressione) che è disposta in corrispondenza di una base del guscio 26 esterno ed è tarata per aprirsi quando dentro al guscio 26 esterno la pressione supera una pressione di sicurezza predeterminata; in altre parole, la

valvola 27 di sicurezza è una valvola meccanica di massima pressione che si apre quando la pressione dentro al guscio 26 esterno è troppo elevata per evitare una esplosione violenta del guscio 26 esterno stesso. Ciascuna batteria 19 chimica è provvista di un condotto 28 di sfogo, il quale collega la valvola 27 di sicurezza ad una apertura 29 di evacuazione che è ricavata attraverso il pannello 25 di fondo del pianale 16; preferibilmente, ciascuna apertura 29 di evacuazione è chiusa da un tappo 30 calibrato che è tarato per saltare in presenza di una pressione superiore ad una soglia predeterminata.

Nella figura 11 è mostrato lo schema elettrico dei collegamenti parallelo e serie nel caso di un sistema 14 di accumulo in cui le batterie 19 chimiche sono distribuite su tre file 22 (nella figura 11 le tre file 22 sono tra loro differenziate, ovvero una prima fila è più corta ed è composta da sei batterie 19 chimiche, mentre le altre due file sono più lunghe e sono composte ciascuna da dodici batterie 19 chimiche). Sono previsti una pluralità di elementi 31 di collegamento elettrico per collegare i poli delle batterie 19 chimiche di una stessa fila 22 in modo tale da formare una successione di gruppi 32 di batterie 19 chimiche (nelle figure indicate composti da tre batterie 19 chimiche) in cui le batterie 19 chimiche sono collegate tra loro in parallelo e da collegare i gruppi 32 di batterie 19

chimiche tra loro in serie; in altre parole, in ciascun gruppo 32 di batterie 19 chimiche (nelle figure illustrate composto da tre batterie 19 chimiche) le batterie 19 chimiche sono collegate tra loro in parallelo ed i vari gruppi 32 di batterie 19 chimiche sono collegati tra loro in serie. Preferibilmente, come illustrato nella figura 11, le file 22 di batterie 19 chimiche sono collegate tra loro in serie, ma in alternativa le file 22 di batterie 19 chimiche potrebbero essere collegate tra loro anche (in tutto o in parte) in parallelo.

Secondo quanto illustrato nelle figure 9 e 10, ciascun elemento 31 di collegamento elettrico è costituito da un corpo rigido in materiale elettricamente conduttore (tipicamente in materiale metallico quale rame o alluminio), è conformato ad "U", e comprende una prima piastra 33 di testa che è elettricamente collegata ai poli positivi delle batterie 19 chimiche di uno stesso primo gruppo 32 di batterie 19 chimiche, una seconda piastra 33 di testa che è elettricamente collegata ai poli negativi delle batterie 19 chimiche di uno stesso secondo gruppo 32 di batterie 19 chimiche adiacente al primo gruppo 32 di batterie 19 chimiche, ed una piastra 34 di ponte che collega tra loro le due piastre 33 di testa passando sopra (o sotto secondo una diversa forma di attuazione non illustrata) alle batterie 19 chimiche dei due gruppi 32 di

batterie 19 chimiche. Di conseguenza, in ciascun elemento 31 di collegamento elettrico la piastra 34 di ponte è appoggiata ad una parete (superiore o inferiore) della matrice 23 di supporto.

Secondo una preferita forma di attuazione, in ciascun elemento 31 di collegamento elettrico almeno una piastra 33 di testa presenta delle aperture 35 passanti che sono disposte in corrispondenza delle valvole 27 di sicurezza delle corrispondenti batterie 19 chimiche; la funzione delle aperture 35 passanti è di evitare l'interferenza meccanica tra la piastra 33 di testa e le valvole 27 di sicurezza delle corrispondenti batterie 19 chimiche.

La matrice 23 di supporto presenta una resistenza meccanica che è inferiore alla resistenza meccanica delle singole batterie 19 chimiche ed è calibrata in modo da deformarsi in caso di urto (violento). In altre parole, la matrice 23 di supporto viene dimensionata per presentare una resistenza meccanica sufficientemente elevata (con un adeguato margine di sicurezza) a resistere alle sollecitazioni della normale guida (sia derivanti dalle accelerazioni, sia derivanti dalle vibrazioni), ma non abbastanza elevata da resistere alle sollecitazioni che si verificano in caso di urto (ovviamente di una certa gravità, non, ad esempio, un semplice tamponamento a bassa velocità). In ogni caso, è fondamentale che la resistenza

meccanica della matrice 23 di supporto sia (notevolmente) inferiore alla resistenza meccanica delle singole batterie 19 chimiche, in quanto in caso di un urto grave è ammissibile (anzi, è auspicabile) che la matrice 23 di supporto si deformi (normalmente rompendosi) lasciando però integre le singole batterie 19 chimiche.

Allo stesso modo, ciascuna piastra 33 di testa è meccanicamente connessa ai poli delle corrispondenti batterie 19 chimiche mediante una connessione meccanica che presenta una resistenza meccanica calibrata per interrompersi in caso di urto che determini una deformazione del sistema 14 di accumulo e quindi, come sopra descritto, uno spostamento di parte delle batterie 19 chimiche dalla loro sede naturale (per effetto di un collasso meccanico della matrice 23 di supporto); in questo modo, la continuità elettrica tra le batterie 19 chimiche viene almeno parzialmente interrotta, ovvero le batterie 19 chimiche che vengono spostate si scollegano automaticamente dal circuito elettrico riducendo il rischio di cortocircuiti o folgorazioni. Quindi, dopo l'urto ci sono tante batterie 19 chimiche non collegate tra loro, quindi singolarmente di modesta tensione elettrica.

Secondo una possibile forma di attuazione, in ciascun elemento 31 di collegamento elettrico le due piastre 33 di testa sono solo appoggiate ai poli delle corrispondenti

**Matteo MACCAGNAN**  
(Iscrizione Albo N.987/BM)

batterie 19 chimiche; in questa forma di attuazione, preferibilmente, in ciascun elemento 31 di collegamento elettrico le due piastre 33 di testa vengono premute contro i poli delle corrispondenti batterie 19 chimiche da una forza di ritorno elastico generata da una deformazione dell'elemento 31 di collegamento elettrico che si istaura quando l'elemento 31 di collegamento elettrico viene accoppiato alle batterie 19 chimiche. In altre parole, ciascun elemento 31 di collegamento elettrico si deforma leggermente in modo elastico quando viene accoppiato alle batterie 19 chimiche e tale deformazione elastica genera una forza di ritorno elastico che spinge le due piastre 33 di testa contro i poli delle batterie 19 chimiche.

Secondo una alternativa forma di attuazione (che può anche venire abbinata alla sopra descritta pressione elastica), in ciascun elemento 31 di collegamento elettrico le due piastre 33 di testa sono saldate ai poli delle corrispondenti batterie 19 chimiche mediante un materiale di apporto di bassa resistenza meccanica (ad esempio mediante stagno).

Secondo una preferita forma di attuazione illustrata nella figura 9, il sistema 14 di accumulo comprende una unità 36 di controllo centrale che controlla tutto il sistema 14 di accumulo, ed una pluralità di dispositivi 37 di controllo locale che sono collegati alla unità 36 di

controllo centrale. Ciascun dispositivo 37 di controllo locale è associato ad un corrispondente gruppo 32 di batterie 19 chimiche, controlla il funzionamento delle batterie 19 chimiche, ed opera secondo una modalità master-slave con l'unità 36 di controllo centrale. Preferibilmente, in ciascun gruppo 32 di batterie 19 chimiche il dispositivo 37 di controllo locale è meccanicamente supportato dalla piastra 34 di ponte del corrispondente elemento 31 di collegamento elettrico. Tipicamente, in ciascun gruppo 32 di batterie 19 chimiche il dispositivo 37 di controllo locale determina per ciascuna batteria 19 chimica (o per ciascun gruppo 32 di batterie 19 chimiche) la tensione elettrica ai capi dei due poli, l'intensità della corrente elettrica che fluisce attraverso i due poli, e/o la temperatura della corrispondente cella 20 elettrochimica.

Secondo una possibile forma di attuazione, è previsto un sistema di raffreddamento che è termicamente accoppiato alle piastre 34 di ponte degli elementi 31 di collegamento elettrico; infatti, gli elementi 31 di collegamento elettrico sono normalmente realizzati in materiale metallico (rame o alluminio) che è anche termicamente conduttore. Ad esempio, il sistema di raffreddamento potrebbe comprendere delle serpentine che sono attraversate da un liquido di raffreddamento fatto circolare da una

pompa e sono appoggiate alla superficie superiore delle piastre 34 di ponte; tipicamente, tra le serpentine del sistema di raffreddamento e le piastre 34 di ponte è interposto un sottile strato di materiale plastico che è elettricamente isolante e termicamente conduttore.

Il sistema 14 di accumulo di energia elettrica sopra descritto presenta numerosi vantaggi.

In primo luogo, nel sistema 14 di accumulo di energia elettrica la modalità di collegamento elettrico delle batterie 19 chimiche attraverso gli elementi 31 di collegamento elettrico permette di ottenere ai morsetti del sistema 14 di accumulo una tensione elettrica complessiva elevata in quanto all'interno di una stessa fila 22 è prevalente il collegamento serie (che somma le singole tensioni elettriche) rispetto al collegamento parallelo.

Inoltre, nel sistema 14 di accumulo di energia elettrica la modalità di collegamento elettrico delle batterie 19 chimiche attraverso gli elementi 31 di collegamento elettrico è molto semplice ed economica sia come componentistica, sia come montaggio. Infatti, gli elementi 31 di collegamento elettrico sono tra loro tutti uguali e presenta una forma estremamente semplice; inoltre, durante il montaggio gli elementi 31 di collegamento elettrico si accoppiano quasi "ad incastro" con le corrispondenti batterie 19 chimiche mediante un movimento che è facilmente automatizzabile.

## R I V E N D I C A Z I O N I

1) Sistema (14) di accumulo di energia elettrica per un veicolo (1) con propulsione elettrica; il sistema (14) di accumulo comprende:

un pacco di batterie (19) chimiche, ciascuna delle quali ha una forma cilindrica avente un asse (21) centrale di simmetria e presenta ad una estremità un polo positivo e ad una estremità opposta un polo negativo; le batterie sono disposte in almeno una fila (22), in cui tutte le batterie (19) chimiche della fila (22) sono tra loro parallele e sono disposte una di fianco all'altra con un passo predeterminato in modo tale che la fila (22) si sviluppi perpendicolarmente agli assi (21) centrali di simmetria delle batterie (19) chimiche; ed

una pluralità di elementi (31) di collegamento elettrico per collegare i poli delle batterie (19) chimiche di una stessa fila (22) in modo tale da formare una successione di gruppi (32) di batterie (19) chimiche in cui le batterie (19) chimiche sono collegate tra loro in parallelo e da collegare i gruppi (32) di batterie (19) chimiche tra loro in serie;

il sistema (14) di accumulo è **caratterizzato dal fatto che** ciascun elemento (31) di collegamento elettrico è costituito da un corpo rigido in materiale elettricamente conduttore, è conformato ad "U", e comprende una prima

**Matteo MACCAGNAN**  
(Iscrizione Albo N.987/BM)

piastra (33) di testa che è elettricamente collegata ai poli positivi delle batterie (19) chimiche di uno stesso primo gruppo (32) di batterie (19) chimiche, una seconda piastra (33) di testa che è elettricamente collegata ai poli negativi delle batterie (19) chimiche di uno stesso secondo gruppo (32) di batterie (19) chimiche adiacente al primo gruppo (32) di batterie (19) chimiche, ed una piastra (34) di ponte che collega tra loro le due piastre (33) di testa passando sopra o sotto alle batterie (19) chimiche dei due gruppi (32) di batterie (19) chimiche.

2) Sistema (14) di accumulo secondo la rivendicazione 1, in cui:

ciascuna batteria (19) chimica presenta una valvola (27) di sicurezza disposta di fianco ad un polo della batteria (19) chimica; e

in ciascun elemento (31) di collegamento elettrico almeno una piastra (33) di testa presenta delle aperture (35) passanti che sono disposte in corrispondenza delle valvole (27) di sicurezza delle corrispondenti batterie (19) chimiche.

3) Sistema (14) di accumulo secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui ciascun gruppo (32) di batterie (19) chimiche comprende un dispositivo (37) di controllo locale che controlla il funzionamento delle corrispondenti batterie (19) chimiche.

**Matteo MACCAGNAN**  
(Iscrizione Albo N.987/BM)

4) Sistema (14) di accumulo secondo la rivendicazione 3, in cui in ciascun gruppo (32) di batterie (19) chimiche il dispositivo (37) di controllo locale è meccanicamente supportato dalla piastra (34) di ponte del corrispondente elemento (31) di collegamento elettrico.

5) Sistema (14) di accumulo secondo la rivendicazione 3 o 4, in cui in ciascun gruppo (32) di batterie (19) chimiche il dispositivo (37) di controllo locale determina per ciascuna batteria (19) chimica la tensione elettrica ai capi dei due poli, l'intensità della corrente elettrica che fluisce attraverso i due poli, e/o la temperatura di una corrispondente cella (20) elettrochimica.

6) Sistema (14) di accumulo secondo la rivendicazione 3, 4 o 5 e comprendente una unità (36) di controllo centrale che controlla tutto il sistema (14) di accumulo, è collegata con i dispositivi (37) di controllo locale, ed opera secondo una modalità master-slave con i dispositivi (37) di controllo locale stessi.

7) Sistema (14) di accumulo secondo una delle rivendicazioni da 1 a 6, in cui:

è prevista una matrice (23) di supporto in materiale plastico all'interno della quale sono disposte le batterie (19) chimiche; e

la piastra (34) di ponte di ciascun elemento (31) di collegamento elettrico è appoggiata ad una parete della

**Matteo MACCAGNAN**  
(Iscrizione Albo N.987/BM)

matrice (23) di supporto.

8) Sistema (14) di accumulo secondo la rivendicazione 7, in cui la matrice (23) di supporto presenta una resistenza meccanica che è inferiore alla resistenza meccanica delle singole batterie (19) chimiche ed è calibrata in modo da deformarsi in caso di urto.

9) Sistema (14) di accumulo secondo una delle rivendicazioni da 1 a 8, in cui ciascuna piastra (33) di testa è meccanicamente connessa ai poli delle corrispondenti batterie (19) chimiche mediante una connessione meccanica che presenta una resistenza meccanica calibrata per interrompersi in caso di urto.

10) Sistema (14) di accumulo secondo la rivendicazione 9, in cui in ciascun elemento (31) di collegamento elettrico le due piastre (33) di testa sono solo appoggiate ai poli delle corrispondenti batterie (19) chimiche.

11) Sistema (14) di accumulo secondo la rivendicazione 10, in cui in ciascun elemento (31) di collegamento elettrico le due piastre (33) di testa vengono premute contro i poli delle corrispondenti batterie (19) chimiche da una forza di ritorno elastico generata da una deformazione dell'elemento (31) di collegamento elettrico che si istaura quando l'elemento (31) di collegamento elettrico viene accoppiato alle batterie (19) chimiche.

12) Sistema (14) di accumulo secondo la rivendicazione

**Matteo MACCAGNAN**  
*(Iscrizione Albo N.987/BM)*

9, in cui in ciascun elemento (31) di collegamento elettrico le due piastre (33) di testa sono saldate ai poli delle corrispondenti batterie (19) chimiche.

13) Sistema (14) di accumulo secondo una delle rivendicazioni da 1 a 12 e comprendente un sistema di raffreddamento che è termicamente accoppiato alle piastre (34) di ponte degli elementi (31) di collegamento elettrico.

p.i.: FERRARI S.P.A.

**Matteo MACCAGNAN**

**Matteo MACCAGNAN**  
(Iscrizione Albo N.987/BM)

TITLE: "SYSTEM FOR THE STORAGE OF ELECTRIC ENERGY FOR A VEHICLE WITH ELECTRIC PROPULSION AND PRESENTING CYLINDRICAL CHEMICAL BATTERIES CONNECTED TO EACH OTHER IN PARALLEL AND IN SERIES BY MEANS OF U-SHAPED RIGID CONNECTION ELEMENTS"

CLAIMS

1) A system (14) for the storage of electric energy for a vehicle (1) with electric propulsion, the storage system (14) comprises:

a pack of chemical batteries (19), each of which has a cylindrical shape having a central symmetry axis (21) and presents, at one end, a positive pole and, at an opposite end, a negative pole; the batteries are arranged in at least one row (22), in which all the chemical batteries (19) of the row (22) are parallel to each other and are arranged one next to the other with a predetermined pitch, so that the row (22) develops perpendicular to the central symmetry axes (21) of the chemical batteries (19); and

a plurality of electrical connection elements (31) for connecting the poles of the chemical batteries (19) of a same row (22), so as to create a sequence of groups (32) of chemical batteries (19), in which the chemical batteries (19) are connected to each other in parallel, and so as to connect the groups (32) of chemical batteries (19) to each other in series;

the storage system (14) is **characterised in that** each

Matteo MACCAGNAN  
(Iscrizione Albo N.987BM)

electrical connection element (31) consists of a rigid body made of an electrical conductor material, is U-shaped, and comprises a first head plate (33), which is electrically connected to the positive poles of the chemical batteries (19) of a same first group (32) of chemical batteries (19), a second head plate (33), which is electrically connected to the negative poles of the chemical batteries (19) of a same second group (32) of chemical batteries (19) adjacent to the first group (32) of chemical batteries (19), and a bridge plate (34), which connects the two head plates (33) to each other by extending above or under the chemical batteries (19) of the two groups (32) of chemical batteries (19).

2) A storage system (14) according to claim 1, wherein:

each chemical battery (19) presents a safety valve (27), which is arranged next to a pole of the chemical battery (19); and

in each electrical connection element (31), at least one head plate (33) presents through openings (35), which are arranged in correspondence to the safety valves (27) of the corresponding chemical batteries (19).

3) A storage system (14) according to claim 1 or 2, wherein each group (32) of chemical batteries (19) comprises a local control device (37), which controls the

**Matteo MACCAGNAN**  
(Iscrizione Albo N.987BM)

operation of the corresponding chemical batteries (19).

4) A storage system (14) according to claim 3, wherein, in each group (32) of chemical batteries (19), the local control device (37) is mechanically supported by the bridge plate (34) of the corresponding electrical connection element (31).

5) A storage system (14) according to claim 3 or 4, wherein, in each group (32) of chemical batteries (19), the local control device (37) determines, for each chemical battery (19), the electric voltage at the ends of the two poles, the intensity of the electric current flowing through the two poles, and/or the temperature of a corresponding electrochemical cell (20).

6) A storage system (14) according to claim 3, 4 or 5 and comprising a central control unit (36), which controls the whole storage system (14), is connected to the local control devices (37), and operates according to a master-slave mode with the local control devices (37) themselves.

7) A storage system (14) according to any of the claims from 1 to 6, wherein:

a support matrix (23) made of plastic material is provided, inside which the chemical batteries (19) are arranged; and

the bridge plate (34) of each electrical connection element (31) lies on a wall of the support matrix (23).

**Matteo MACCAGNAN**  
(*Iscrizione Albo N.987BM*)

8) A storage system (14) according to claim 7, wherein the support matrix (23) presents a mechanical strength, which is lower than the mechanical strength of the single chemical batteries (19) and is adjusted so as to cause the deformation of the support matrix (23) in case of crash.

9) A storage system (14) according to any of the claims from 1 to 8, wherein each head plate (33) is mechanically connected to the poles of the corresponding chemical batteries (19) by means of a mechanical connection, which presents a mechanical strength that is adjusted so as to cause the interruption of the connection in case of crash.

10) A storage system (14) according to claim 9, wherein, in each electrical connection element (31), the two head plates (33) simply lay against the poles of the corresponding chemical batteries (19).

11) A storage system (14) according to claim 10, wherein, in each electrical connection element (31), the two head plates (33) are pressed against the poles of the corresponding chemical batteries (19) by a spring-back force generated by a deformation of the electrical connection element (31) that is established when the electrical connection element (31) is coupled to the chemical batteries (19).

12) A storage system (14) according to claim 9,

**Matteo MACCAGNAN**  
(*Iscrizione Albo N.987BM*)

wherein, in each electrical connection element (31), the two head plates (33) are welded to the poles of the corresponding chemical batteries (19).

13) A storage system (14) according to any of the claims from 1 to 12 and comprising a cooling system, which is thermally coupled to the bridge plates (34) of the electrical connection elements (31).

**Matteo MACCAGNAN**  
*(Iscrizione Albo N.987BM)*

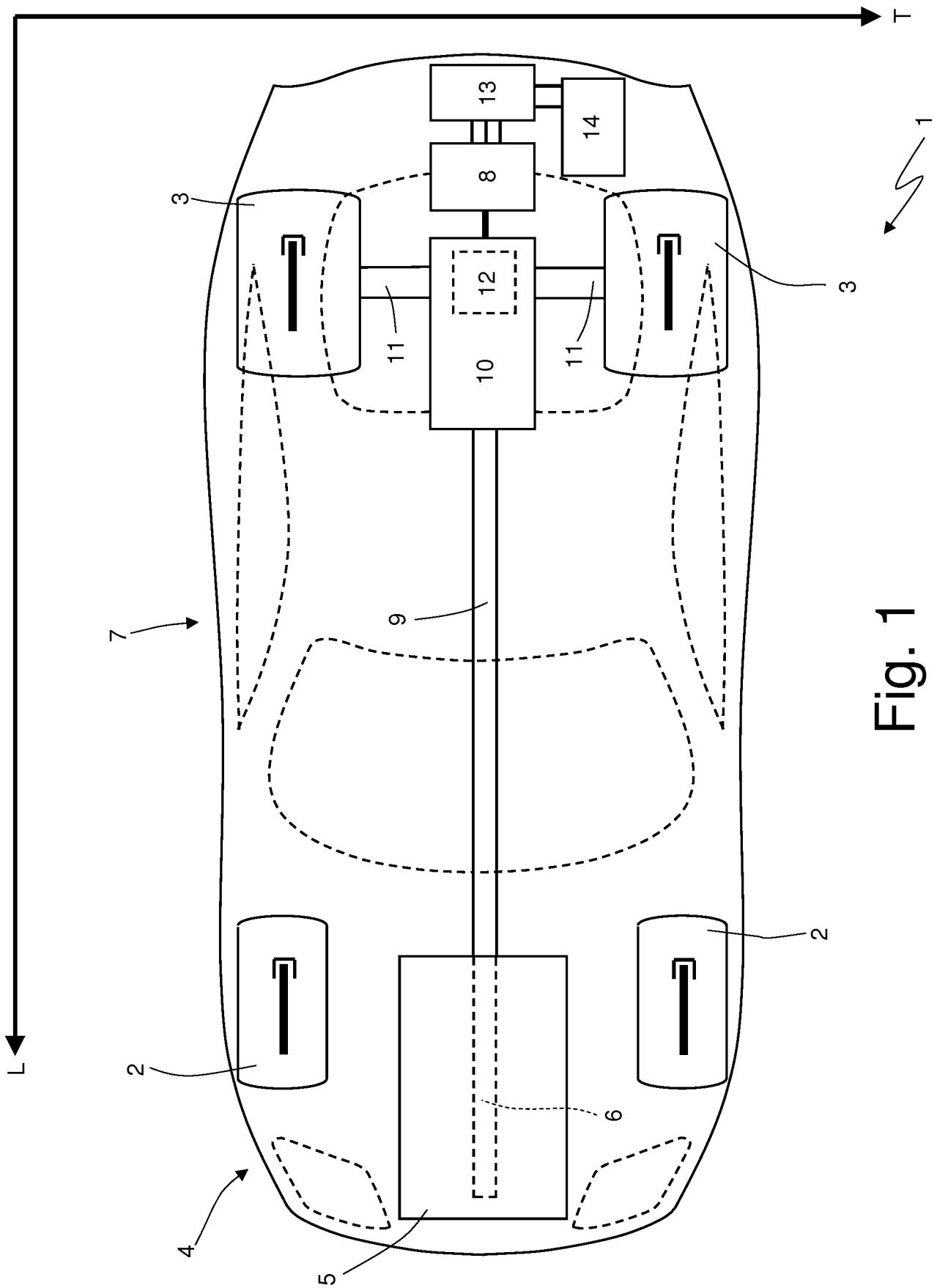


Fig. 1

p.i.: FERRARI S.P.A.

Matteo MACCAGNAN  
(Iscrizione Albo N.987/BM)

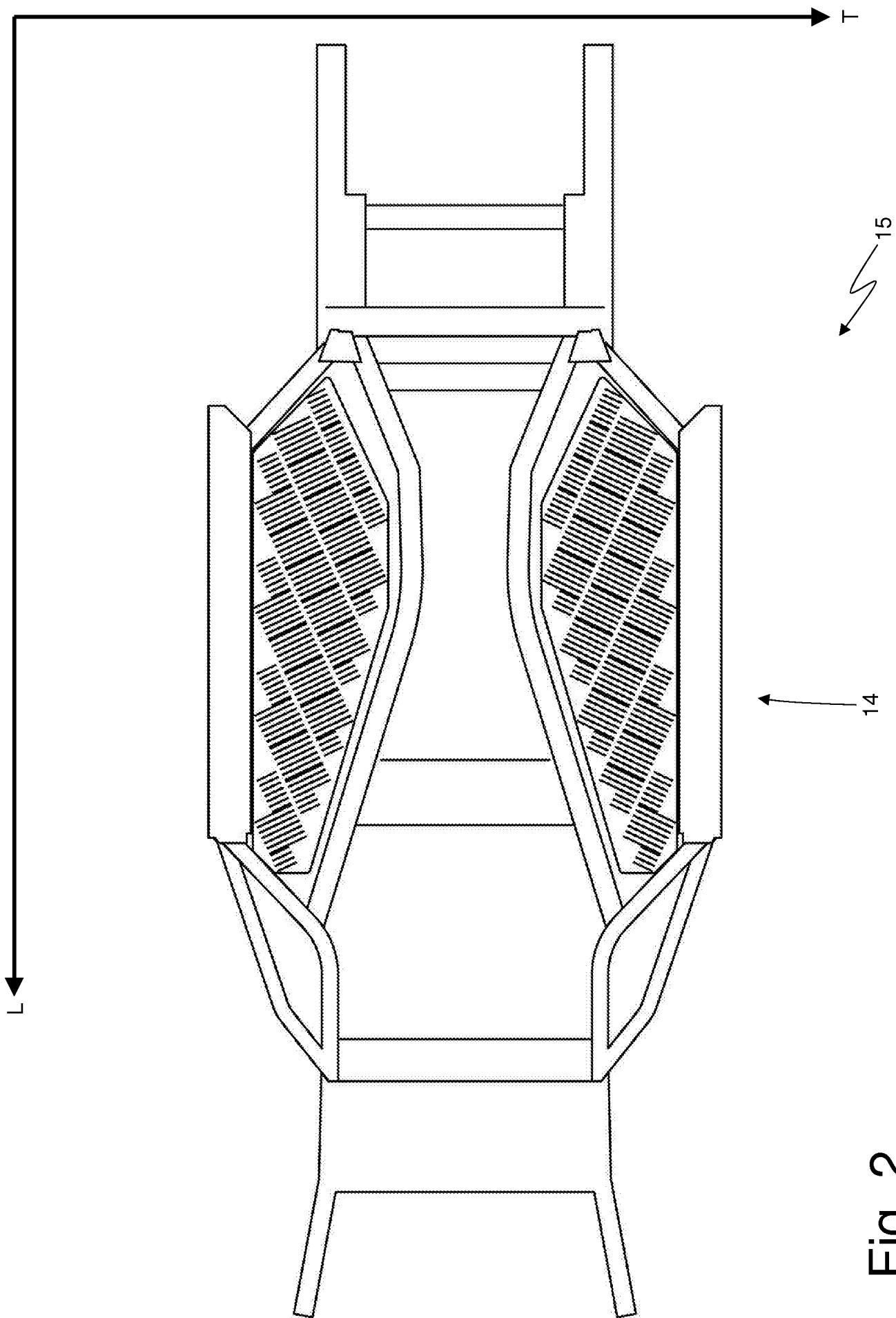


Fig. 2

p.i.: FERRARI S.P.A.

Matteo MACCAGNAN  
(Iscrizione Albo N.987/BM)

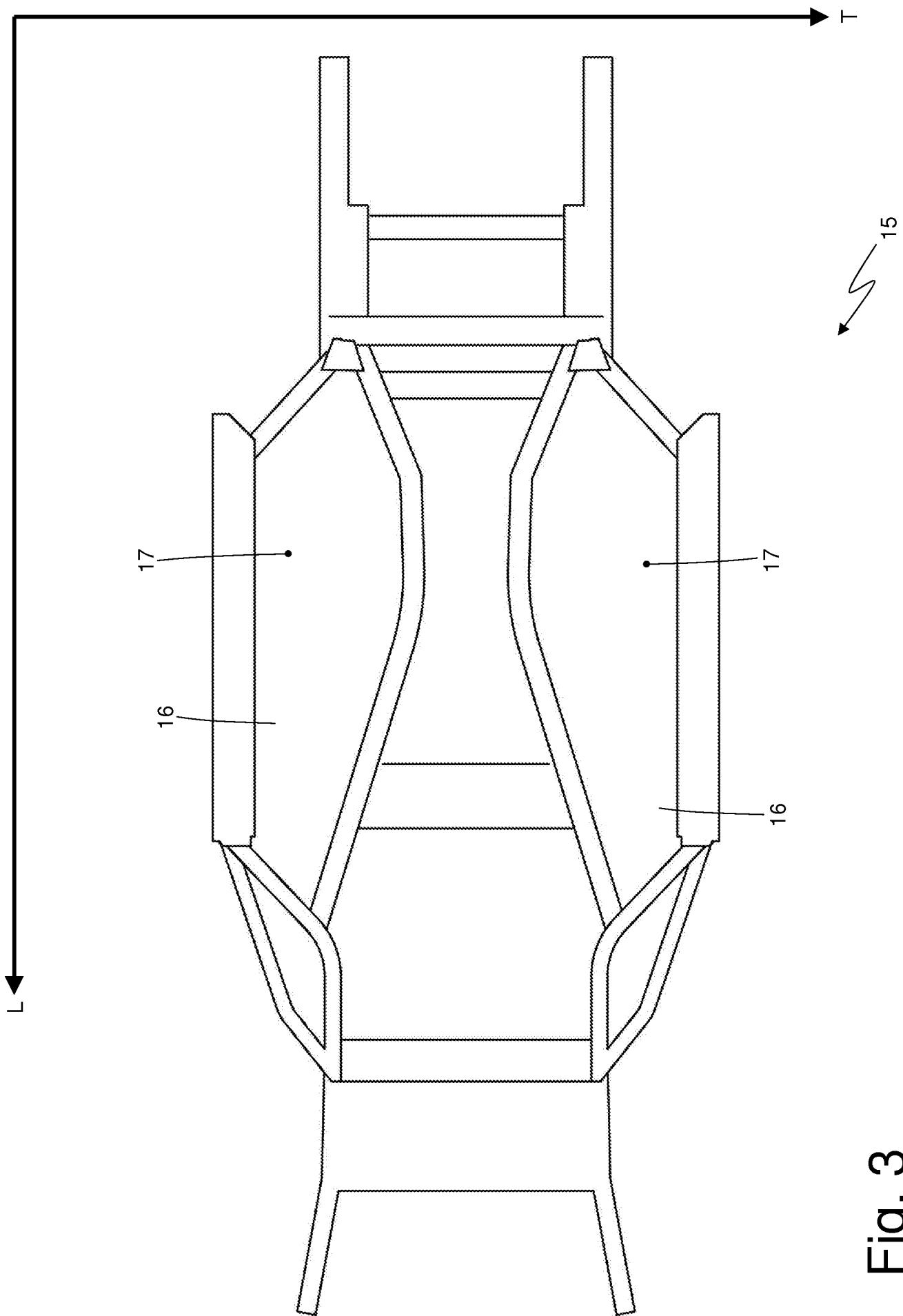


Fig. 3

p.i.: FERRARI S.P.A.

Matteo MACCAGNAN  
(Iscrizione Albo N.987/BM)

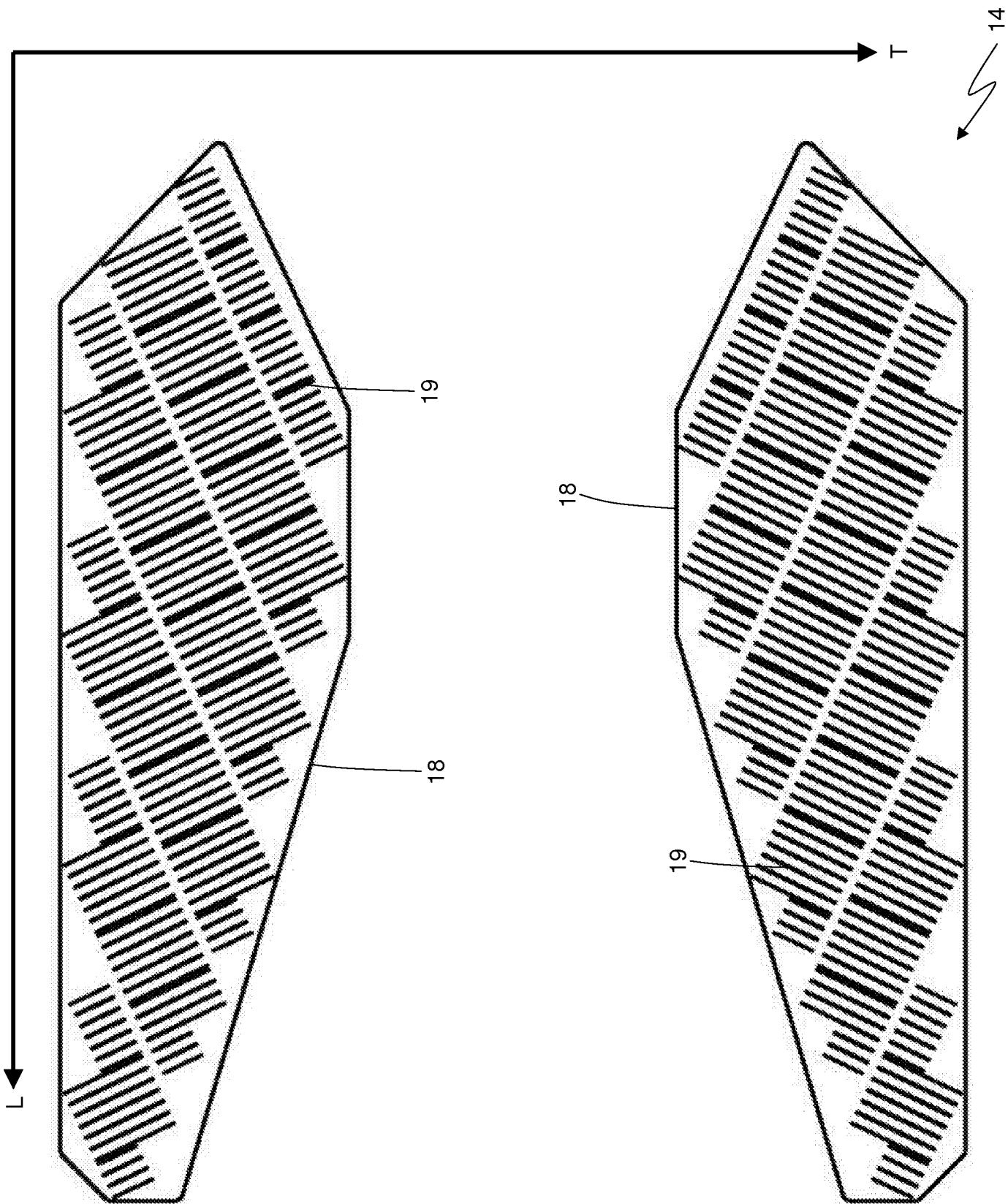


Fig. 4

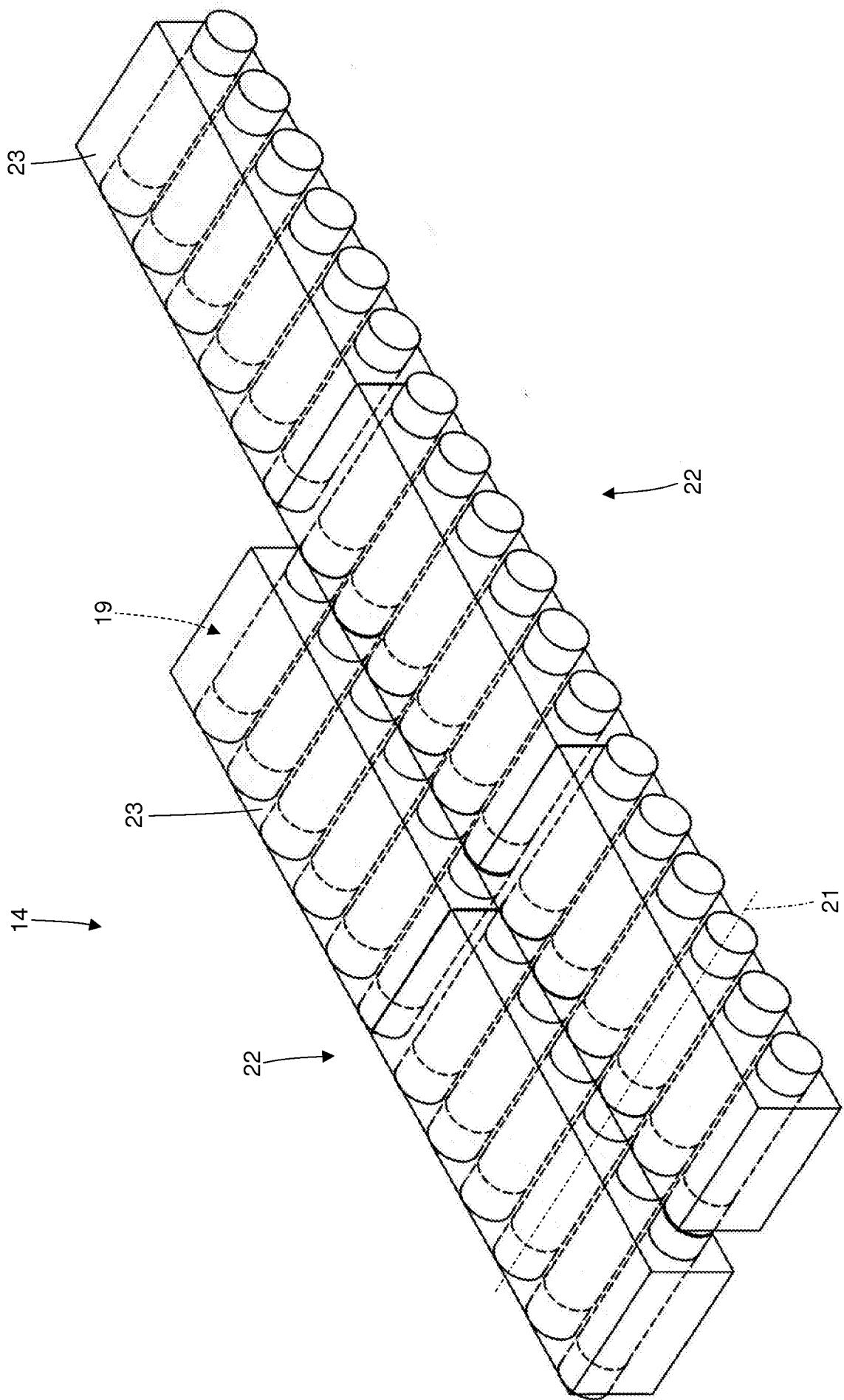
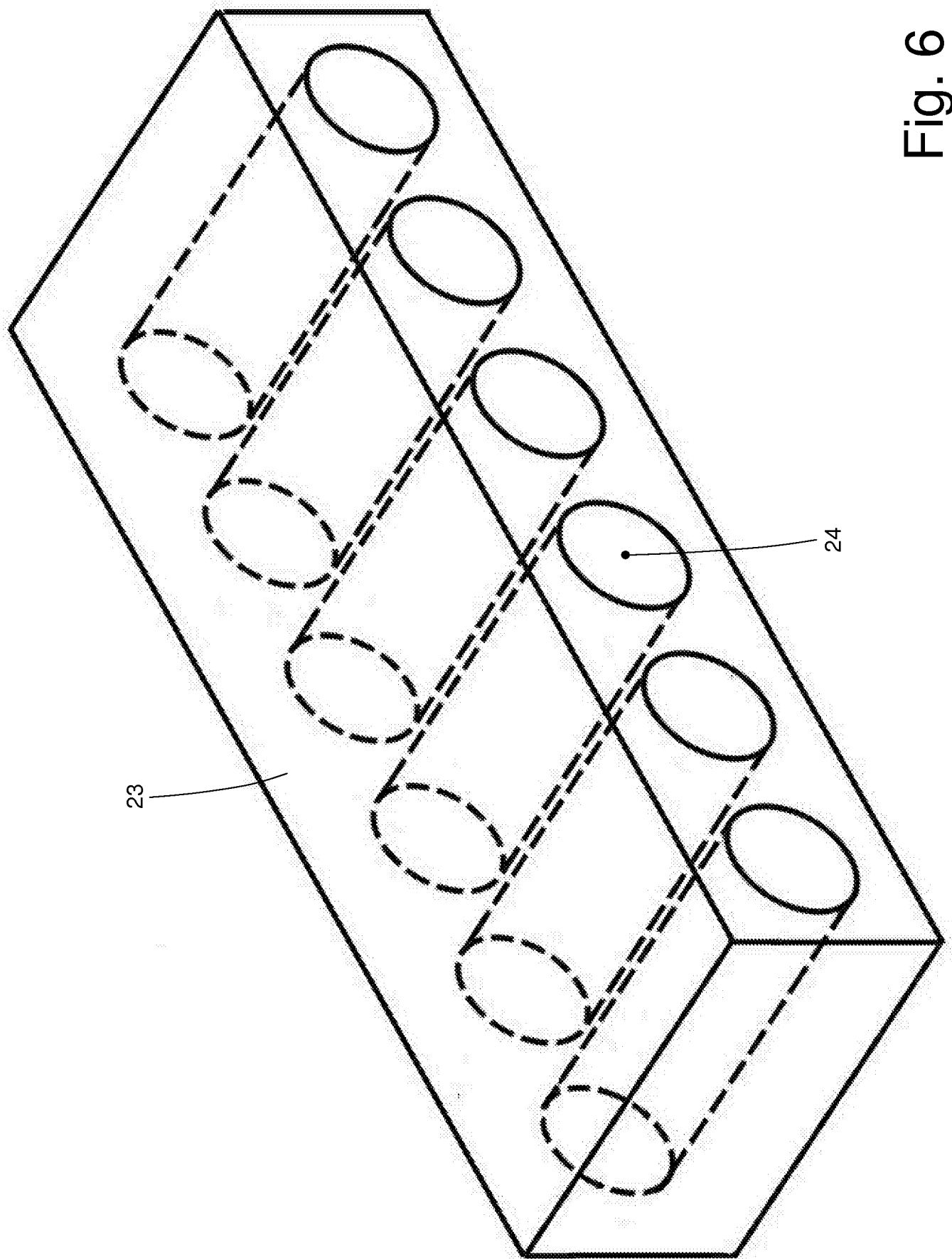


Fig. 5

p.i.: FERRARI S.P.A.

Matteo MACCAGNAN  
(Iscrizione Albo N.987/BM)

Fig. 6



p.i.: FERRARI S.P.A.

Matteo MACCAGNAN  
(Iscrizione Albo N.987/BM)

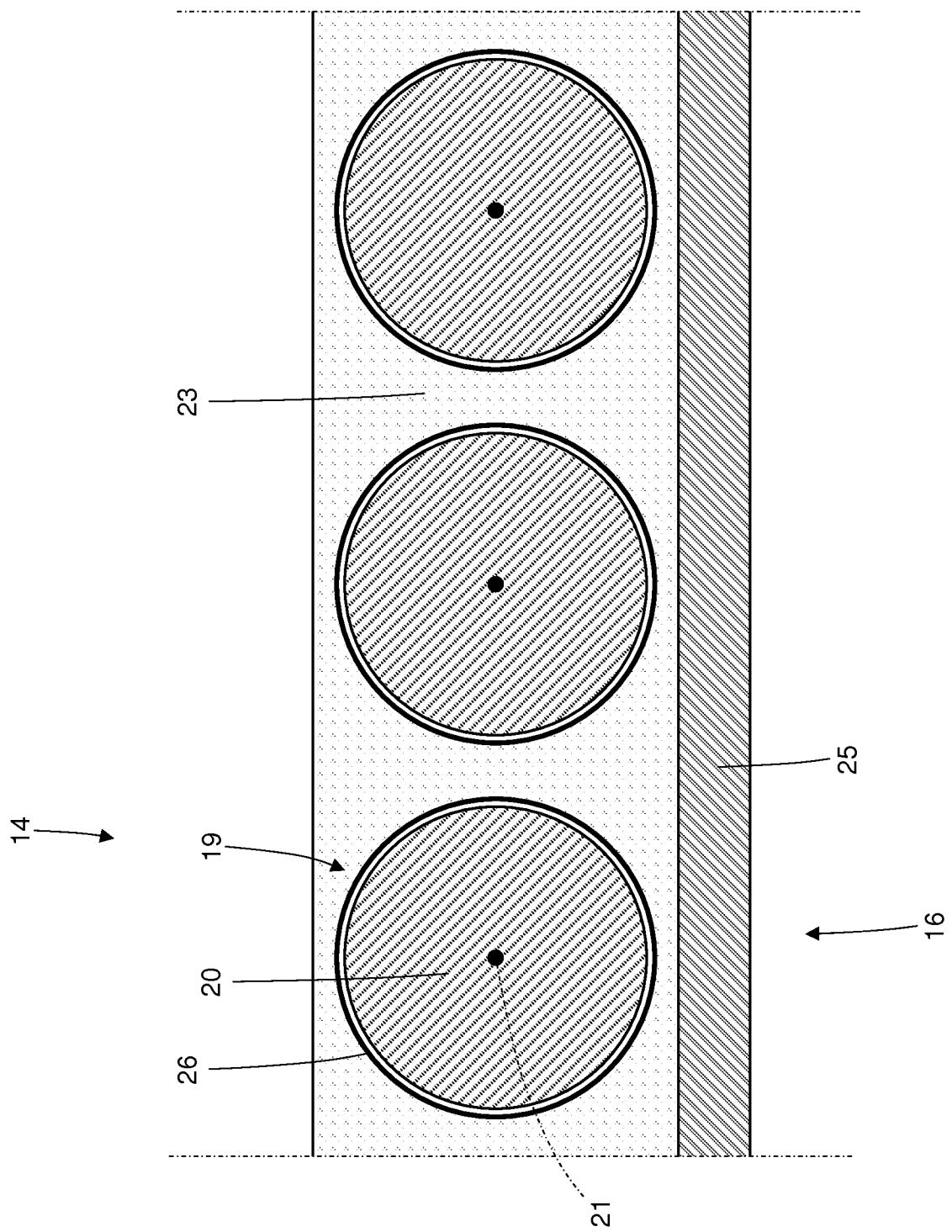


Fig. 7

p.i.: FERRARI S.P.A.

Matteo MACCAGNAN  
(Iscrizione Albo N.987/BM)

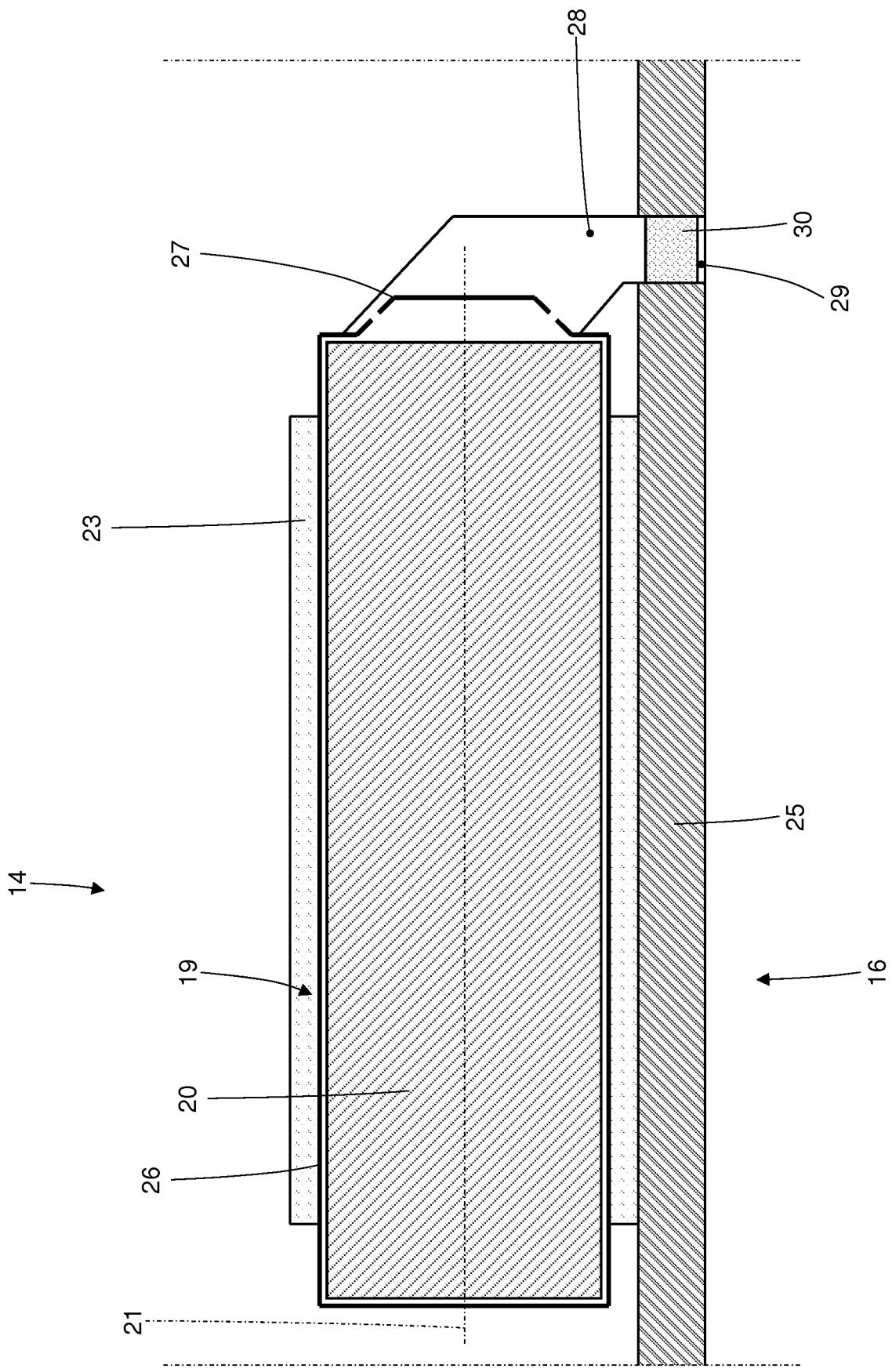


Fig. 8

p.i.: FERRARI S.P.A.

Matteo MACCAGNAN  
(Iscrizione Albo N.987/BM)

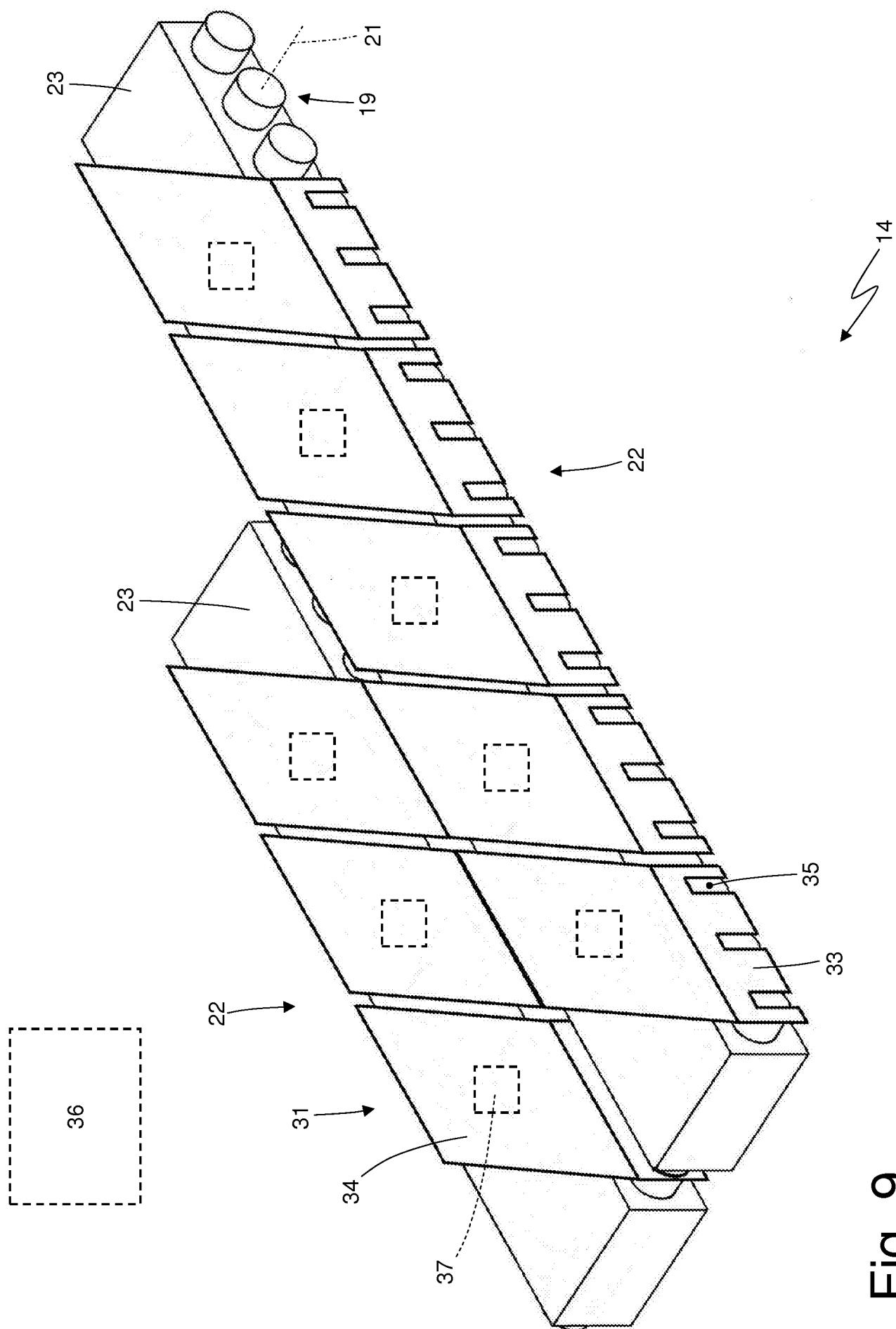
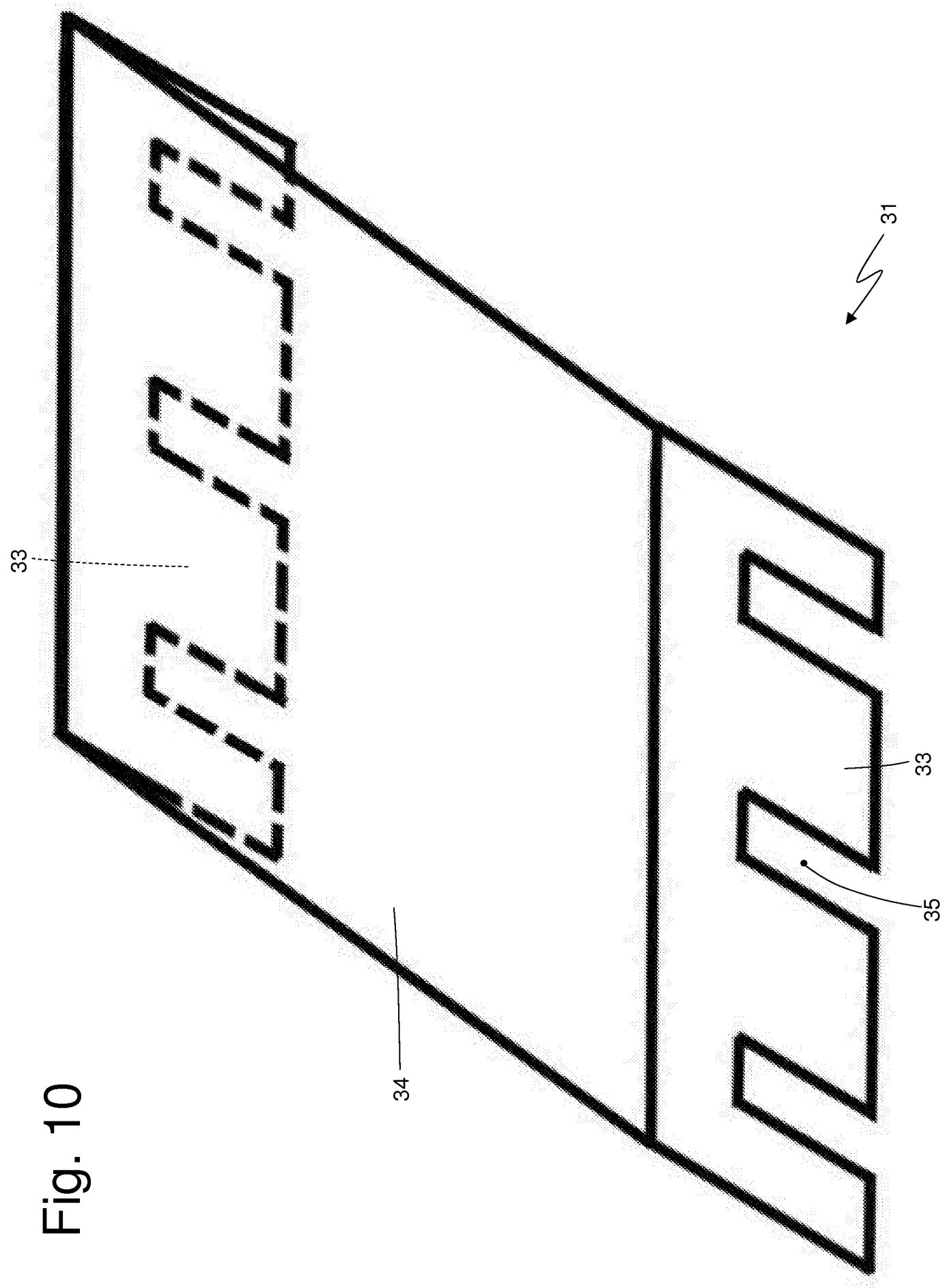


Fig. 9

p.i.: FERRARI S.P.A.

Matteo MACCAGNAN  
(Iscrizione Albo N.987/BM)

Fig. 10



p.i.: FERRARI S.P.A.

Matteo MACCAGNAN  
(Iscrizione Albo N.987/BM)

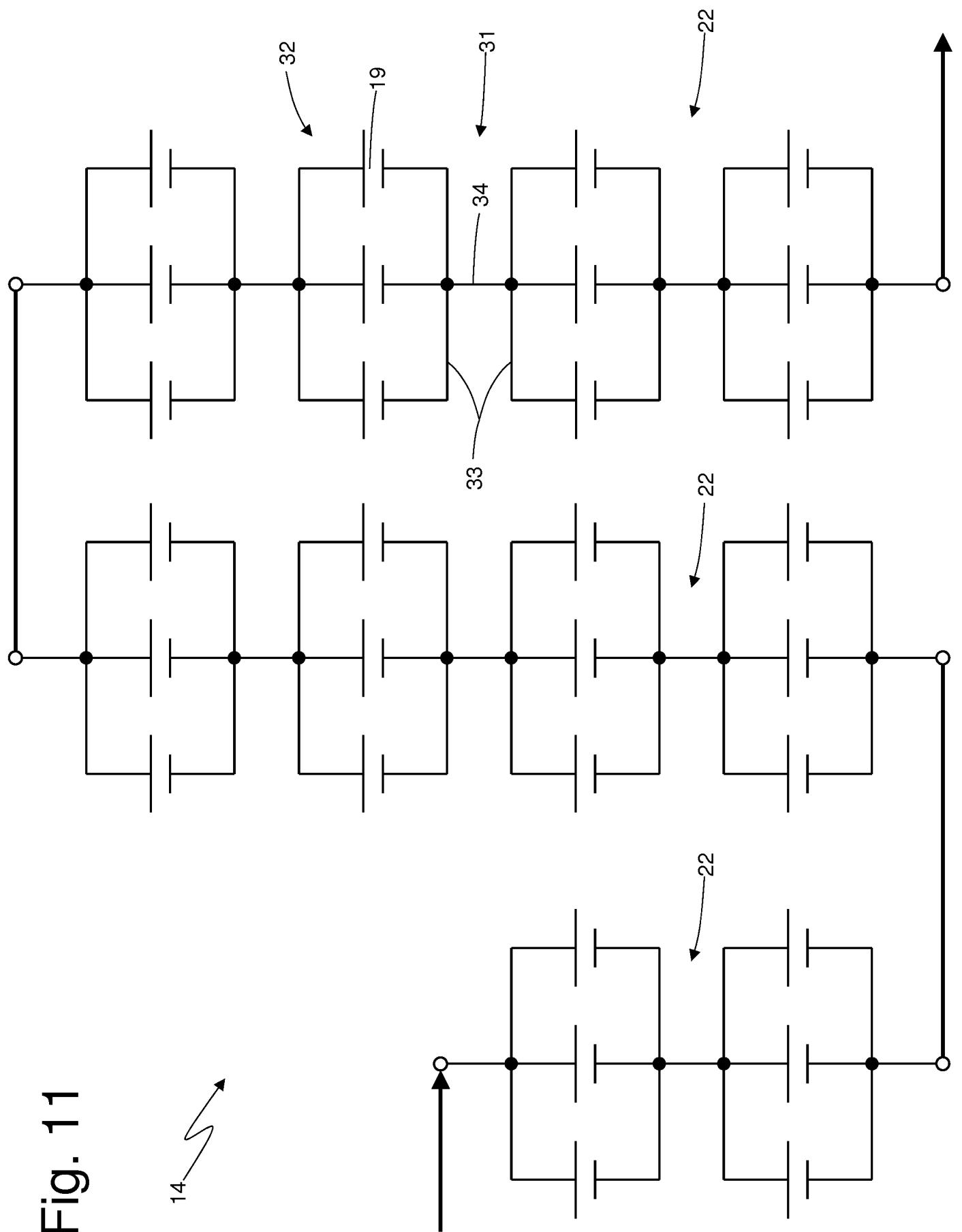


Fig. 11