

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902039601A1

Publication Date

20131006

Applicant

FERRARI S.P.A.

Title

METODO PER REALIZZARE UN SISTEMA DI ACCUMULO DI ENERGIA
ELETTRICA PER UN VEICOLO CON PROPULSIONE ELETTRICA E
PRESENTANTE BATTERIE CHIMICHE CILINDRICHE INSERITE IN UNA
MATRICE DI SUPPORTO PLASTICA.

D E S C R I Z I O N E

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

"SISTEMA DI ACCUMULO DI ENERGIA ELETTRICA PER UN VEICOLO
CON PROPULSIONE ELETTRICA E PRESENTANTE BATTERIE CHIMICHE
CILINDRICHE INSERITE IN UNA MATRICE DI SUPPORTO PLASTICA"

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 meccanicamente alle ruote motrici ed è collegata

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

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 serie ed in parallelo.

Il piazzamento del sistema di accumulo all'interno del veicolo può risultare molto complesso particolarmente nel caso di un veicolo sportivo ad alte prestazioni che presenta degli spazi interni molto ridotti. In particolare, il sistema di accumulo deve possibilmente venire disposto in prossimità della macchina elettrica per ridurre la lunghezza dei cavi elettrici di collegamento (quindi per ridurre il peso dei cavi elettrici e le perdite di potenza per effetto Joule nei cavi elettrici stessi), deve possibilmente venire disposto in posizione protetta dagli urti, deve venire disposto in posizione riparata dalle fonti di calore e facilmente raffreddabile in quanto non sopporta temperature elevate, e deve venire disposto in modo da non sbilanciare con la propria massa rilevante l'equilibrio del veicolo (in altre parole, deve venire disposto centralmente in prossimità del baricentro e deve venire disposto vicino al suolo per ottenere un buon comportamento dinamico del veicolo).

E' stato proposto di disporre le batterie del sistema di accumulo in corrispondenza del pianale che costituisce una parete di fondo dell'abitacolo (ovvero appoggiare il

sistema di accumulo sul pianale oppure inserire il sistema di accumulo all'interno del pianale scatolato). La disposizione del sistema di accumulo in corrispondenza del pianale offre diversi vantaggi, in quanto in questo modo il sistema di accumulo è estremamente protetto contro gli urti essendo disposto all'interno della cellula di sicurezza dell'abitacolo, è relativamente vicino alla macchina elettrica, è disposto in una posizione che non è soggetta a surriscaldamenti ed è facilmente raffreddabile, ed è disposto molto vicino al suolo in posizione centrale.

Tuttavia, in corrispondenza del pianale l'altezza utile per il sistema di accumulo è ridotta (indicativamente dell'ordine di pochi centimetri), particolarmente nel caso di un veicolo sportivo ad alte prestazioni avente una altezza dal suolo complessiva molto piccola. Di conseguenza, per potere disporre il sistema di accumulo in corrispondenza del pianale è necessario che le batterie chimiche del sistema di accumulo presentino uno spessore complessivo molto piccolo; quindi, le tradizionali batterie chimiche per autotrazione che presentano una forma prossima alla forma cubica (ovvero presentano uno spessore rilevante che è pari se non superiore alla larghezza/lunghezza) non sono adatte a venire disposte in corrispondenza del pianale.

DESCRIZIONE DELLA INVENZIONE

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

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 alcuni esempi di attuazione non limitativi, 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 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, in pianta ed in scala ingrandita di parte del sistema di accumulo di energia elettrica della figura 2;
- la figura 4 è una vista schematica ed in sezione lungo la linea IV-IV di un particolare del sistema di accumulo di energia elettrica della figura 2;

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

- la figura 5 è una vista schematica ed in sezione lungo la linea V-V di un particolare del sistema di accumulo di energia elettrica della figura 2;
- le figure 6 e 7 sono due viste schematiche, in pianta ed in scala ingrandita di parte del sistema di accumulo di energia elettrica della figura 2 secondo due corrispondenti varianti costruttive; e
- la figura 8 è una vista schematica ed in sezione di parte del sistema di accumulo di energia elettrica della figura 2 secondo una diversa forma di attuazione;
- la figura 9 è una vista schematica e prospettica del sistema di accumulo di energia elettrica della figura 2 secondo una ulteriore forma di attuazione;
- la figura 10 è una vista schematica e prospettica di una matrice di supporto in materiale plastico del sistema di accumulo di energia elettrica della figura 9; e
- la figura 11 è una vista schematica ed in sezione di un particolare del sistema di accumulo di energia elettrica della figura 9.

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

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

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 nella figura 2, il veicolo 1 stradale è provvisto di un telaio comprendente un pianale 15 (parzialmente e schematicamente illustrato nella figura 2) che costituisce una parete di fondo dell'abitacolo; nel pianale 15 è ricavato un alloggiamento 16 che ospita il sistema 14 di accumulo e quindi il sistema 14 di accumulo è appoggiata sul pianale 15. Quando il telaio è metallico, il pianale viene saldato o avvitato al telaio, mentre quando il telaio è in materiale composito il pianale è monolitico (ovvero completamente integrato) con il telaio.

Il sistema 14 di accumulo può comprendere un contenitore 17 (tipicamente realizzato in materiale plastico che è termicamente conduttore ed elettricamente isolante) di forma parallelepipedica, il quale è inserito all'interno dell'alloggiamento 16 (ovvero è appoggiato direttamente sul pianale 15). Inoltre, il sistema 14 di accumulo comprende un pacco di batterie 18 chimiche, le quali sono collegate tra loro in parallelo e/o serie e

comprendono rispettive celle 19 elettrochimiche (illustrate schematicamente nelle figure 4, 5 e 8) che sono atte a convertire l'energia chimica accumulata in energia elettrica e viceversa. Secondo una preferita forma di attuazione, le celle 19 elettrochimiche sono agli ioni di litio ("Li-Ion").

Secondo quanto illustrato nelle figure 3, 4 e 5, ciascuna batteria 18 chimica presenta una forma cilindrica avente un asse 20 centrale di simmetria.

Il sistema 14 di accumulo è conformato per venire montato all'interno del veicolo 1 in modo tale che l'asse 20 centrale di simmetria di ciascuna batteria 18 chimica non sia parallelo né alla direzione longitudinale L del veicolo 1, né alla direzione trasversale T del veicolo 1.

Nella forma di attuazione illustrata nelle figure 3, 4 e 5, le batterie 18 chimiche sono disposte orizzontali (ovvero con gli assi 20 centrali di simmetria orizzontali e paralleli al pianale 15) e l'asse 20 centrale di simmetria di ciascuna batteria forma un angolo α acuto con la direzione longitudinale L del veicolo 1 e forma un angolo β acuto con la direzione trasversale T del veicolo 1. Nella forma di attuazione illustrata nelle figure 3, 4 e 5, gli angoli α e β sono tra loro identici e sono pari a 45° ; ovviamente secondo alternative forma di attuazione non illustrate gli angoli α e β possono essere tra loro diversi

(ad esempio l'angolo α potrebbe essere pari a 30° e l'angolo β potrebbe essere pari a 60° oppure anche viceversa).

Nella forma di attuazione illustrata nelle figure 3, 4 e 5, le batterie 18 chimiche sono tutte parallele tra loro e quindi presentano tutte uno stesso orientamento rispetto alla direzione longitudinale L ed alla direzione trasversale T del veicolo 1 (ovvero gli assi 20 centrali di simmetria delle batterie 18 chimiche formano tutti uno stesso angolo α acuto con la direzione longitudinale L del veicolo 1 e formano tutti uno stesso angolo β acuto con la direzione trasversale T del veicolo 1).

Nella forma di attuazione illustrata nelle figure 6 e 7, le batterie 18 chimiche presentano due orientamenti diversi rispetto alla direzione longitudinale L ed alla direzione trasversale T del veicolo 1. In particolare, le batterie 18 chimiche di ciascuna fila 21 sono disposte perpendicolari alle batterie 18 chimiche delle file 21 adiacenti; ovvero gli assi 20 centrali di simmetria delle batterie 18 chimiche di ciascuna fila 21 sono disposti perpendicolari agli assi 20 centrali di simmetria delle batterie 18 chimiche delle file 21 adiacenti.

Nella forma di attuazione illustrata nella figura 8, le batterie 18 chimiche sono disposte verticali (ovvero con gli assi 20 centrali di simmetria verticali e

perpendicolare al pianale 15) e l'asse 20 centrale di simmetria di ciascuna batteria 18 chimica è perpendicolare sia alla direzione longitudinale L del veicolo 1, sia alla direzione trasversale T del veicolo 1.

Preferibilmente, le batterie 18 chimiche sono disposte in file 21 tra loro parallele. Nella forma di attuazione illustrata, il pacco di batterie 18 chimiche presenta un singolo strato di batterie 18 chimiche (cioè nessuna batteria 18 chimica presenta un'altra batteria 18 chimica disposta sopra o sotto a sé stessa); in altre parole, tutte le batterie 18 chimiche presentano (sostanzialmente) la stessa quota verticale. Secondo una diversa forma di attuazione non illustrata, il pacco di batterie 18 chimiche presenta due o più strati di batterie 18 chimiche disposti uno sopra all'altro.

Secondo quanto illustrato nelle figure 4, 5 ed 8, il sistema 14 di accumulo comprende una matrice 22 di supporto in materiale plastico all'interno della quale sono inserite le batterie 18 chimiche che sono almeno parzialmente ricoperte dalla matrice 22 di supporto stessa.

Secondo una preferita forma di attuazione, la matrice 22 di supporto presenta una resistenza meccanica calibrata in modo da deformarsi (tipicamente con rotture più o meno estese) in caso di urto. In altre parole, la matrice 22 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 22 di supporto sia (notevolmente) inferiore alla resistenza meccanica delle singole batterie 18 chimiche, in quanto in caso di un urto grave è ammissibile (anzi, è auspicabile) che la matrice 22 di supporto si deformi (normalmente rompendosi) lasciando però integre le singole batterie 18 chimiche.

In caso di urto che arriva a deformare il telaio del veicolo 1 (e quindi il pianale 15), il sistema 14 di accumulo che si trova appoggiato al pianale 15 viene anch'esso deformato e quindi tende a comprimersi; in questa situazione, grazie al fatto che la matrice 22 di supporto presenta una resistenza meccanica "modesta", la matrice 22 di supporto si deforma (normalmente rompendosi) e quindi permettendo la deformazione del sistema 14 di accumulo nel suo complesso; in questo modo si ottengono due effetti benefici: da un lato il sistema 14 di accumulo non costituisce un irrigidimento locale del telaio del veicolo

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

1 che impedisce o comunque ostacola la deformazione controllata del telaio stesso (la deformazione controllata del telaio è fondamentale per assorbire l'energia dell'urto senza sottoporre gli occupanti del veicolo a decelerazioni pericolose), e dall'altro lato le singole batterie 18 chimiche non vengono sottoposte a sollecitazioni meccaniche distruttive (ovvero rimangono sostanzialmente integre) in quanto è la matrice 22 di supporto che si deforma provocando uno spostamento (ma non una rottura) delle singole batterie 18 chimiche.

A tale proposito è importante sottolineare l'importanza del fatto che l'asse 20 centrale di simmetria di ciascuna batteria 18 chimica non sia parallelo né alla direzione longitudinale L del veicolo 1, né alla direzione trasversale T del veicolo 1. In questo modo, in caso di urto frontale o laterale del veicolo 1 le batterie 18 chimiche non tendono ad "impuntarsi" contro l'urto (cioè non vengono caricate di punta e quindi non tendono a formare "travi" disposte parallelamente alla direzione dell'urto e che agiscono come dei "puntoni" estremamente rigidi), ma, al contrario, le batterie 18 chimiche tendono a disperdersi senza opporre alcuna resistenza apprezzabile all'urto (cioè senza creare delle linee di resistenza all'urto). La forma cilindrica delle batterie 18 chimiche tende a favorire lo scorrimento reciproco della batterie 18

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

chimiche una sulle altre (cioè una batteria 18 chimica durante il suo spostamento laterale tende a rotolare sulla batteria 18 chimica adiacente piuttosto che incastrarsi contro la batteria 18 chimica adiacente), riducendo ulteriormente il rischio di impuntamenti. In questo modo, si ottengono i due effetti benefici sopra menzionati: da un lato il sistema 14 di accumulo non costituisce un irrigidimento locale del telaio del veicolo 1 che impedisce o comunque ostacola la deformazione controllata del telaio stesso, e dall'altro lato le singole batterie 18 chimiche non vengono sottoposte a sollecitazioni meccaniche distruttive (ovvero rimangono sostanzialmente integre).

Preferibilmente, la matrice 22 di supporto è realizzata in un materiale plastico che è termicamente conduttore ed elettricamente isolante; in questo modo la matrice 22 di supporto permette di trasmettere verso l'esterno il calore che viene prodotto nelle batterie 18 chimiche e nello stesso tempo garantisce un isolamento elettrico ottimale al pacco di batterie 18 chimiche. Secondo una preferita forma di attuazione illustrata nelle figure 4, 5 ed 8, può essere prevista una piastra 23 di raffreddamento, la quale è appoggiata ad una superficie della matrice 22 di supporto ed è termicamente collegata ad un sistema di raffreddamento per evacuare il calore prodotto dalle batterie 18 chimiche. Ad esempio, la piastra

23 di raffreddamento può essere realizzata in materiale metallico ad alta conducibilità termica e può essere provvista di canalizzazioni (disposte dal lato opposto rispetto alla matrice 22 di supporto) attraverso le quali viene fatto circolare in modo forzato un liquido di raffreddamento.

Secondo la preferita forma di attuazione illustrata nelle figure 4, 5 ed 8, la piastra 23 di raffreddamento è appoggiata (in particolare serrata a pacco per aumentare la superficie di contatto e quindi lo scambio termico) ad una superficie superiore della matrice 22 di supporto; una superficie inferiore della matrice 22 di supporto è invece appoggiata (in particolare serrata a pacco per aumentare la superficie di contatto e quindi lo scambio termico) al pianale 15 (e preferibilmente ad un pannello 24 di fondo del pianale 15). Al di sotto del pannello 24 di fondo del pianale 15 che costituisce il piano di appoggio del sistema 14 di accumulo vi è l'ambiente esterno e, quando il veicolo 1 stradale è in movimento, il pannello 24 di fondo del pianale 15 è costantemente lambito dall'aria aerodinamica permettendo di ottenere un elevato potere di raffreddamento.

Secondo una possibile forma di attuazione, quando il telaio è in materiale composito (ovvero quando il pianale 15 e quindi anche il pannello 24 di fondo del pianale 15

sono in materiale composito), il pannello 24 di fondo del pianale 15 potrebbe comprendere una serie di inserti metallici (tipicamente in alluminio ed incollati alla restante parte del pannello 24 di fondo), ciascuno dei quali è disposto a contatto della superficie inferiore della matrice 22 di supporto e presenta una conducibilità termica superiore alla restante parte del pannello 24 di fondo. La funzione degli inserti metallici è di aumentare la conducibilità termica in corrispondenza della matrice 22 di supporto in modo tale da permettere un migliore raffreddamento del sistema 14 di accumulo.

Secondo la preferita forma di attuazione illustrata nelle figure 4, 5 ed 8, ciascuna batteria 18 chimica comprende un cella 19 elettrochimica di forma cilindrica, ed un guscio 25 esterno, il quale presenta una forma cilindrica, alloggia al suo interno la cella 19 elettrochimica mantenendo la cella 19 elettrochimica stessa compressa, ed è realizzato in materiale ad alta resistenza meccanica (tipicamente materiale metallico come acciaio o alluminio rinforzato, ma non è escluso l'utilizzo di materiali compositi quali la fibra di carbonio).

Secondo la preferita forma di attuazione illustrata nelle figure 5 ed 8, ciascuna batteria 18 chimica è provvista di una valvola 26 di sicurezza (ovvero una valvola di sfiato o di sovrappressione) che è disposta in

corrispondenza di una base del guscio 25 esterno ed è tarata per aprirsi quando dentro al guscio 25 esterno la pressione supera una pressione di sicurezza predeterminata; in altre parole, la valvola 26 di sicurezza è una valvola meccanica di massima pressione che si apre quando la pressione dentro al guscio 25 esterno è troppo elevata per evitare una esplosione violenta del guscio 25 esterno stesso. Una cella 19 elettrochimica agli ioni di Litio è soggetta ad un fenomeno distruttivo denominato "*deriva termica*" che viene iniziato da un corto circuito causato dalla decomposizione dei singoli componenti della cella 19 elettrochimica (tipicamente in seguito a difetti nella produzione) ed è contraddistinto da reazioni fortemente esotermiche che provocano un repentino ed elevato aumento di temperature e pressione (in caso di "*deriva termica*" la temperatura dentro al guscio 25 esterno può raggiungere rapidamente diverse centinaia di gradi). Quindi, in caso di "*deriva termica*" di una batteria 18 chimica piuttosto che avere una esplosione violenta si preferisce sfogare la pressione/temperatura attraverso la valvola 26 di sicurezza che si apre autonomamente; una volta che la valvola 26 di sicurezza si è aperta autonomamente per effetto della spinta della pressione dentro al guscio 25 esterno, dalla valvola 26 di sicurezza fuoriesce il cosiddetto "*venting*" costituito da fiamme, gas ad alta temperatura, e litio

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

fuso.

Secondo la preferita forma di attuazione illustrata nelle figure 5 ed 8, ciascuna batteria 18 chimica è provvista di un condotto 27 di sfogo, il quale collega la valvola 26 di sicurezza ad una apertura 28 di evacuazione che è preferibilmente ricavata attraverso il pannello 24 di fondo del pianale 15; la funzione del condotto 27 di sfogo è di raccogliere e canalizzare il "venting" per portare il "venting" lontano dalle altre batterie 18 chimiche che vengono quindi preservate (è infatti imperativo evitare una reazione a catena in cui la "deriva termica" di una batteria 18 chimica si estende alle altre batterie 18 chimiche adiacenti che vengono investite dal "venting"). Infatti, il "venting" prodotto da una batteria 18 chimica che è andata in "deriva termica" viene raccolto e convogliato dal condotto 27 di sfogo per venire scaricato fuori dal veicolo 1 (e direttamente sulla superficie stradale) attraverso l'apertura 28 di evacuazione ricavata nel pannello 24 di fondo del pianale 15; in questo modo, il "venting" prodotto da una batteria 18 chimica che è andata in "deriva termica" non interessa in alcun modo le batterie 18 chimiche adiacenti. Preferibilmente, ciascuna apertura 28 di evacuazione è chiusa da un tappo 29 calibrato che è tarato per saltare in presenza di una pressione superiore ad una soglia predeterminata; la

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

funzione del tappo 29 calibrato è di impedire che acqua e sporco possano entrare attraverso l'apertura 28 di evacuazione durante l'utilizzo del veicolo 1.

Secondo una preferita forma di attuazione, il materiale plastico che costituisce la matrice 22 di supporto presenta una temperatura di fusione relativamente ridotta (dell'ordine di circa 150-200 °C) in modo tale che se una batteria 18 chimica va in "*deriva termica*", il calore prodotto dalla "*deriva termica*" determina (o può determinare) una fusione locale della matrice 22 di supporto; tale fusione locale della matrice 22 di supporto riduce la trasmissione del calore alle altre batterie 18 chimiche adiacenti alla batteria 18 chimica andata in "*deriva termica*", in quanto impegna parte del calore generato dalla "*deriva termica*" come calore latente di fusione.

Nelle figure 3, 6 e 7 sono mostrati schematicamente i collegamenti elettrici delle batterie 18 chimiche; in particolare, le batterie 18 chimiche di una stessa fila 21 sono collegate tra loro in parallelo, mentre le varie file 21 di batterie 18 chimiche sono tipicamente collegate tra loro in serie. Secondo quanto illustrato nella figure 3, 6 e 7, ciascuna fila 21 di batterie 18 chimiche presenta un collettore 30 elettrico positivo che è elettricamente collegato a tutti i poli positivi delle batterie 18

chimiche della fila 21 mediante corrispondenti conduttori 31, e presenta un collettore 32 elettrico negativo che è elettricamente collegato a tutti i poli negativi delle batterie 18 chimiche della fila 21 mediante corrispondenti conduttori 33. Nella forme di attuazione delle figure 3 e 6, ciascun collettore 30 o 32 elettrico è associato ad una unica fila 21 di batterie 18 chimiche, mentre nella forma di attuazione della figura 7, ciascun collettore 30 o 32 elettrico è associato a due file 21 adiacenti di batterie 18 chimiche (ovviamente le batterie 18 chimiche nelle due file 21 adiacenti sono orientate in modo opposto per disporre affacciati i corrispondenti poli positivi o i corrispondenti poli negativi).

Preferibilmente, i collegamenti elettrici delle batterie 18 chimiche vengono dimensionati in modo tale che in caso di urto che determini una deformazione del sistema 14 di accumulo e quindi, come sopra descritto, uno spostamento di parte delle batterie 18 chimiche dalla loro sede naturale (per effetto di un collasso meccanico della matrice 22 di supporto), la continuità elettrica tra le batterie 18 chimiche spostate ed i collettori 30 e 32 venga interrotta (ovvero i conduttori 31 e 33 vengano strappati). In questo modo, le batterie 18 chimiche che vengono spostate si scollegano automaticamente dal circuito elettrico riducendo il rischio di cortocircuiti o

folgorazioni; in altre parole, dopo l'urto ci sono tante batterie 18 chimiche non collegate tra loro, quindi singolarmente di modesta tensione elettrica (al massimo poche decine di Volt che non sono pericolosi per l'uomo). A titolo di esempio, i conduttori 31 e 33 possono venire costruiti in modo da presentare una resistenza meccanica limitata (calibrata) per rompersi in caso di urto che determini una deformazione del sistema 14 di accumulo e quindi uno spostamento di parte delle batterie 18 chimiche dalla loro sede naturale.

Nella forma di attuazione illustrata nelle figure 5 e 8, le batterie 18 chimiche sono annegate nella matrice 22 di supporto, ovvero le batterie 18 chimiche sono completamente ricoperte dalla matrice 22 di supporto stessa; in questo caso, la matrice 22 di supporto potrebbe venire realizzata mediante costampaggio del materiale plastico assieme alle batterie 18 chimiche, ovvero le batterie 18 chimiche (già provviste di tutti i collegamenti elettrici e di sicurezza) vengono disposte in uno stampo all'interno del quale viene successivamente alimentato (tipicamente mediante iniezione) il materiale plastico che può quindi ricoprire completamente le batterie 18 chimiche. In questa forma di attuazione, la matrice 22 di supporto viene formata direttamente attorno alle batterie 18 chimiche e dopo avere messo in opera le batterie 18

chimiche stesse. Inoltre, in questa forma di attuazione le batterie 18 chimiche non sono separabili dalla matrice 22 di supporto se non rompendo la matrice 22 di supporto stessa.

Nella alternativa forma di attuazione illustrata nelle figure 9, 10 e 11, la matrice 22 di supporto ha la forma di un parallelepipedo rettangolo presentante una pluralità di fori 34 passanti, ciascuno dei quali è atto a ricevere e contenere una corrispondente batteria 18 chimica che viene infilata assialmente dentro al foro 34 passante. In questa forma di attuazione, solo una porzione centrale di ciascuna batteria 18 chimica è impegnata dalla matrice 22 di supporto (ovvero è disposta dentro alla matrice 22 di supporto nel corrispondente foro 34 passante), mentre le due porzioni di estremità (in cui sono disposti i poli elettrici positivo e negativo) di ciascuna batteria 18 chimica fuoriescono a sbalzo dalla matrice 22 di supporto. In questa forma di attuazione, la matrice 22 di supporto viene realizzata a parte ed indipendentemente dalle batterie 18 chimiche (la matrice 22 di supporto "vuota" presenta l'aspetto illustrato nella figura 10) e le batterie 18 chimiche vengono inserite in un secondo momento nei fori 34 passanti della matrice 22 di supporto che è stata realizzata in precedenza. In questa forma di attuazione le due porzioni di estremità di ciascuna

batteria 18 chimica fuoriescono a sbalzo dalla matrice 22 di supporto; quindi i collegamenti elettrici e di sicurezza delle batterie 18 chimiche vengono realizzati dopo avere inserito le batterie 18 chimiche nella matrice 22 di supporto in quanto le porzioni di estremità di ciascuna batteria 18 chimica sono completamente accessibili dall'esterno.

Secondo una preferita forma di attuazione illustrata nella figura 9, la matrice 22 di supporto non è un unico corpo monolitico che porta tutte le batterie 18 chimiche del pacco di batterie, ma è realizzata in modo modulare disponendo uno di fianco all'altro più moduli, ciascuno dei quali porta un determinato numero di batterie 18 chimiche (sei batterie 18 chimiche nell'esempio illustrato nelle figure 9 e 10). In altre parole, la matrice 22 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 18 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 22 di supporto alla forma (normalmente irregolare) del contenitore 17 del sistema 14 di accumulo.

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

In primo luogo, il sistema 14 di accumulo di energia elettrica sopra descritto è di semplice ed economica realizzazione anche quando viene prodotto in un limitato numero di pezzi (ad esempio dell'ordine di qualche migliaio di pezzi all'anno), in quanto le batterie 18 chimiche sopra descritte sono disponibili sul mercato in grande quantità ed a prezzi contenuti essendo utilizzate nella grande maggioranza dei computer portatili. In altre parole, le batterie 18 chimiche sopra descritte non devono venire prodotte specificamente per il sistema 14 di accumulo, ma sono già disponibili sul mercato; di conseguenza, il sistema 14 di accumulo risulta di semplice ed economica realizzazione in quanto utilizza per il suo "cuore" (ovvero per le batterie 18 chimiche) dei componenti commerciali.

Il sistema 14 di accumulo di energia elettrica sopra descritto presenta uno spessore complessivo ridotto (particolarmente quando le batterie 18 chimiche sono disposte orizzontali); in questo modo il sistema 14 di accumulo può venire disposto in corrispondenza del pianale 15 anche in un veicolo 1 stradale sportivo ad alte prestazioni. A titolo di esempio, il sistema 14 di accumulo di energia elettrica sopra descritto può presentare uno spessore complessivo di circa 15-25 mm.

Il sistema 14 di accumulo di energia elettrica sopra descritto presenta un peso complessivo contenuto, in quanto

la matrice 22 di supporto è realizzata in materiale plastico di resistenza complessiva relativamente modesta (per collassare in caso di urto).

Il sistema 14 di accumulo di energia elettrica sopra descritto presenta una elevata sicurezza intrinseca, in quanto presenta un elevato numero di batterie 18 chimiche (anche diverse centinaia) di piccola dimensione (se rapportata ad una batteria chimica per autotrazione convenzionale), ciascuna delle quali è dotata di una autonoma protezione meccanica (il guscio 25 esterno in acciaio o simili) di grande resistenza. Quindi, in caso di urto che porta ad una deformazione del sistema 14 di accumulo, la matrice 22 di supporto che alloggia le batterie 18 chimiche collassa (si rompe), ma le singole batterie 18 chimiche rimangono sostanzialmente integre in quanto si spostano per effetto del collassamento della matrice 22 di supporto senza essere soggette a deformazioni. In altre parole, il sistema 14 di accumulo è una struttura facilmente deformabile (cioè che sotto sollecitazione meccanica si deforma senza offrire una resistenza significativa) in cui sono inserite le batterie 18 chimiche, ciascuna delle quali è dotata di una autonoma protezione meccanica (il guscio 25 esterno in acciaio o simili) di grande resistenza; in caso di urto che porta ad una deformazione del sistema 14 di accumulo, le batterie 18 chimiche si spostano per effetto del collassamento della matrice 22 di supporto ma non vengono deformate (cioè non vengono sottoposto a sollecitazioni

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

meccaniche molto elevate). Al contrario, in un sistema di accumulo tradizionale è presente un ridotto numero (poche unità) di batterie chimiche di grande dimensione che vengono meccanicamente protette mediante un involucro estero metallico che racchiude tutte le batterie chimiche; in un sistema di accumulo tradizionale di questo tipo in caso di urto che determina una deformazione del sistema di accumulo le batterie chimiche vengono deformate e quindi distrutte.

Come detto in precedenza, il sistema 14 di accumulo di energia elettrica sopra descritto presenta un elevato numero di batterie 18 chimiche (anche diverse centinaia) di piccola dimensione (se rapportata ad una batteria chimica per autotrazione convenzionale), ciascuna delle quali è dotata di una autonoma protezione meccanica (il guscio 25 esterno in acciaio) di grande resistenza. In questo modo, ciascuna batteria 18 chimica presenta una energia immagazzinata relativamente modesta (se rapportata ad una batteria chimica per autotrazione convenzionale) e quindi è molto più semplice gestire e contenere l'eventuale "*deriva termica*" di una singola batteria 18 chimica.

Grazie alla elevata sicurezza intrinseca del sistema 14 di accumulo sopra descritto, nel sistema 14 di accumulo di energia elettrica sopra descritto le batterie 18 chimiche possono utilizzare celle 19 elettrochimiche agli ioni di litio ("*Li-Ion*") che presentano uno dei migliori rapporti potenza-peso, nessun effetto memoria, ed una lenta perdita della carica quando non in uso.

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

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 (18) chimiche, le quali sono collegate tra loro in serie e/o parallelo e comprendono rispettive celle (19) elettrochimiche;

il sistema (14) di accumulo è **caratterizzato dal fatto che:**

ciascuna batteria (18) chimica presenta una forma cilindrica avente un asse (20) centrale di simmetria; ed

è prevista una matrice (22) di supporto in materiale plastico all'interno della quale sono disposte le batterie (18) chimiche.

2) Sistema (14) di accumulo secondo la rivendicazione 1, in cui la matrice (22) di supporto presenta una resistenza meccanica calibrata in modo da deformarsi in caso di urto.

3) Sistema (14) di accumulo secondo la rivendicazione 2, in cui la resistenza meccanica della matrice (22) di supporto è inferiore alla resistenza meccanica delle singole batterie (18) chimiche.

4) Sistema (14) di accumulo secondo la rivendicazione 1, 2 o 3, in cui la matrice (22) di supporto è realizzata in un materiale plastico che è termicamente conduttore ed

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

eletttricamente isolante.

5) Sistema (14) di accumulo secondo una delle rivendicazioni da 1 a 4 e comprendente una piastra (23) di raffreddamento, la quale è appoggiata ad una superficie della matrice (22) di supporto ed è termicamente collegabile ad un sistema di raffreddamento per evacuare il calore prodotto dalle batterie (18) chimiche.

6) Sistema (14) di accumulo secondo una delle rivendicazioni da 1 a 5, in cui ciascuna batteria (18) chimica comprende:

un cella (19) elettrochimica di forma cilindrica; ed

un guscio (25) esterno, il quale presenta una forma cilindrica, alloggia al suo interno la cella (19) elettrochimica mantenendo la cella (19) elettrochimica stessa compressa, ed è realizzato in materiale ad alta resistenza meccanica.

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

ciascuna batteria (18) chimica è provvista di una valvola (26) di sicurezza disposta in corrispondenza di una base; e

ciascuna batteria (18) chimica è provvista di un condotto (27) di sfogo, il quale collega la valvola (26) di sicurezza ad una apertura (28) di evacuazione.

8) Sistema (14) di accumulo secondo la rivendicazione

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

7, in cui l'apertura (28) di evacuazione è chiusa da un tappo (29) calibrato che è tarato per saltare in presenza di una pressione superiore ad una soglia predeterminata.

9) Sistema (14) di accumulo secondo la rivendicazione 8, in cui il pacco di batterie (18) chimiche può venire appoggiato su di un pannello (24) di supporto attraverso il quale sono ricavati dei fori passanti che costituiscono le aperture (28) di evacuazione.

10) Sistema (14) di accumulo secondo la rivendicazione 9, in cui il pannello (24) di supporto costituisce parte di un pianale del veicolo (1).

11) Sistema (14) di accumulo secondo una delle rivendicazioni da 1 a 10, in cui le batterie (18) chimiche sono annegate nella matrice (22) di supporto per essere completamente ricoperte dalla matrice (22) di supporto stessa.

12) Sistema (14) di accumulo secondo una delle rivendicazioni da 1 a 10, in cui la matrice (22) di supporto presenta una forma parallelepipedica ed è provvista di una pluralità di fori (34) passanti, ciascuno dei quali alloggia una corrispondente batteria (18) chimica.

13) Sistema (14) di accumulo secondo la rivendicazione 12, in cui le due estremità opposte di ciascuna batteria (18) chimica fuoriescono a sbalzo dal corrispondente foro (34) passante della matrice (22) di supporto.

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

14) Sistema (14) di accumulo secondo la rivendicazione 12 o 13, in cui la matrice (22) di supporto è realizzata in modo modulare disponendo uno di fianco all'altro più moduli, ciascuno dei quali porta un determinato numero di batterie (18) chimiche.

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

il veicolo (1) presenta una direzione longitudinale (L) parallela alla direzione di moto in rettilineo ed una direzione trasversale (T) perpendicolare alla direzione longitudinale (L);

il sistema (14) di accumulo è conformato per venire montato all'interno del veicolo (1) in modo tale che l'asse (20) centrale di simmetria di ciascuna batteria (18) chimica non sia parallelo né alla direzione longitudinale (L) del veicolo (1), né alla direzione trasversale (T) del veicolo (1).

16) Veicolo (1) con propulsione elettrica comprendente:

un sistema (4) di motopropulsione provvisto di almeno una macchina (8) elettrica; ed

un sistema (14) di accumulo di energia elettrica che è realizzato secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 15.

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 ARRANGED IN A PLASTIC SUPPORT MATRIX"

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 (18), which are connected to each other in series and/or in parallel and comprise respective electrochemical cells (19);

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

each chemical battery (18) presents a cylindrical shape having a central symmetry axis (20); and

a support matrix (22) made of plastic material is provided, inside which the chemical batteries (18) are arranged.

2) A storage system (14) according to claim 1, wherein the support matrix (22) presents a mechanical strength, which is adjusted so as to cause the deformation of the support matrix (22) in case of crash.

3) A storage system (14) according to claim 2, wherein the mechanical strength of the support matrix (22) is lower than the mechanical strength of the single chemical batteries (18).

4) A storage system (14) according to claim 1, 2 or 3,

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

wherein the support matrix (22) is made of a plastic material, which is thermally conductive and electrically insulating.

5) A storage system (14) according to any of the claims from 1 to 4 and comprising a cooling plate (23), which lies on a surface of the support matrix (22) and can be thermally connected to a cooling system, so as to evacuate the heat produced by the chemical batteries (18).

6) A storage system (14) according to any of the claims from 1 to 5, wherein each chemical battery (18) comprises:

an electrochemical cell (19) having a cylindrical shape; and

an outer shell (25), which presents a cylindrical shape, houses in its inside the electrochemical cell (19) keeping the electrochemical cell (19) compressed, and is made of a material with a high mechanical strength.

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

each chemical battery (18) is provided with a safety valve (26), which is arranged in correspondence to a base; and

each chemical battery (18) is provided with an outlet duct (27), which connects the safety valve (26) to an evacuation opening (28).

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

8) A storage system (14) according to claim 7, wherein the evacuation opening (28) is closed by an adjusted plug (29), which is set to come off in the presence of a pressure that is higher than a predetermined threshold.

9) A storage system (14) according to claim 8, wherein the pack of chemical batteries (18) can lie on a support panel (24), through which through holes are obtained, which make up the evacuation openings (28).

10) A storage system (14) according to claim 9, wherein the support panel (24) makes up part of a floor of the vehicle (1).

11) A storage system (14) according to any of the claims from 1 to 10, wherein the chemical batteries (18) are embedded inside the support matrix (22) so that the chemical batteries (18) are completely covered by the support matrix (22).

12) A storage system (14) according to any of the claims from 1 to 10, wherein the support matrix (22) presents the shape of a parallelepiped and is provided with a plurality of through holes (35), each one housing a corresponding chemical battery (18).

13) A storage system (14) according to claim 12, wherein the two opposite ends of each chemical battery (18) project from the corresponding through hole (35) of the support matrix (22).

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

14) A storage system (14) according to claim 12 or 13, wherein the support matrix (22) is manufactured in a modular manner by arranging several modules one next to the other, each one of said modules supporting a given number of chemical batteries (18).

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

the vehicle (1) presents a longitudinal direction (L), which is parallel to the direction of the rectilinear motion, and a transverse direction (T), which is perpendicular to the longitudinal direction (L); and

the storage system (14) is shaped so as to be fitted inside the vehicle (1) in such a way that the central symmetry axis (20) of each chemical battery (18) is not parallel either to the longitudinal direction (L) of the vehicle (1) or to the transverse direction (T) of the vehicle (1).

16) A vehicle (1) with electric propulsion, which presents a longitudinal direction (L), which is parallel to the direction of the rectilinear motion, and a transverse direction (T), which is perpendicular to the longitudinal direction (L), and comprises:

a motor propulsion system (4) provided with at least one electric machine (8); and

a system (14) for the storage of electric energy, which is manufactured according to any of the claims from 1 to 15.

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

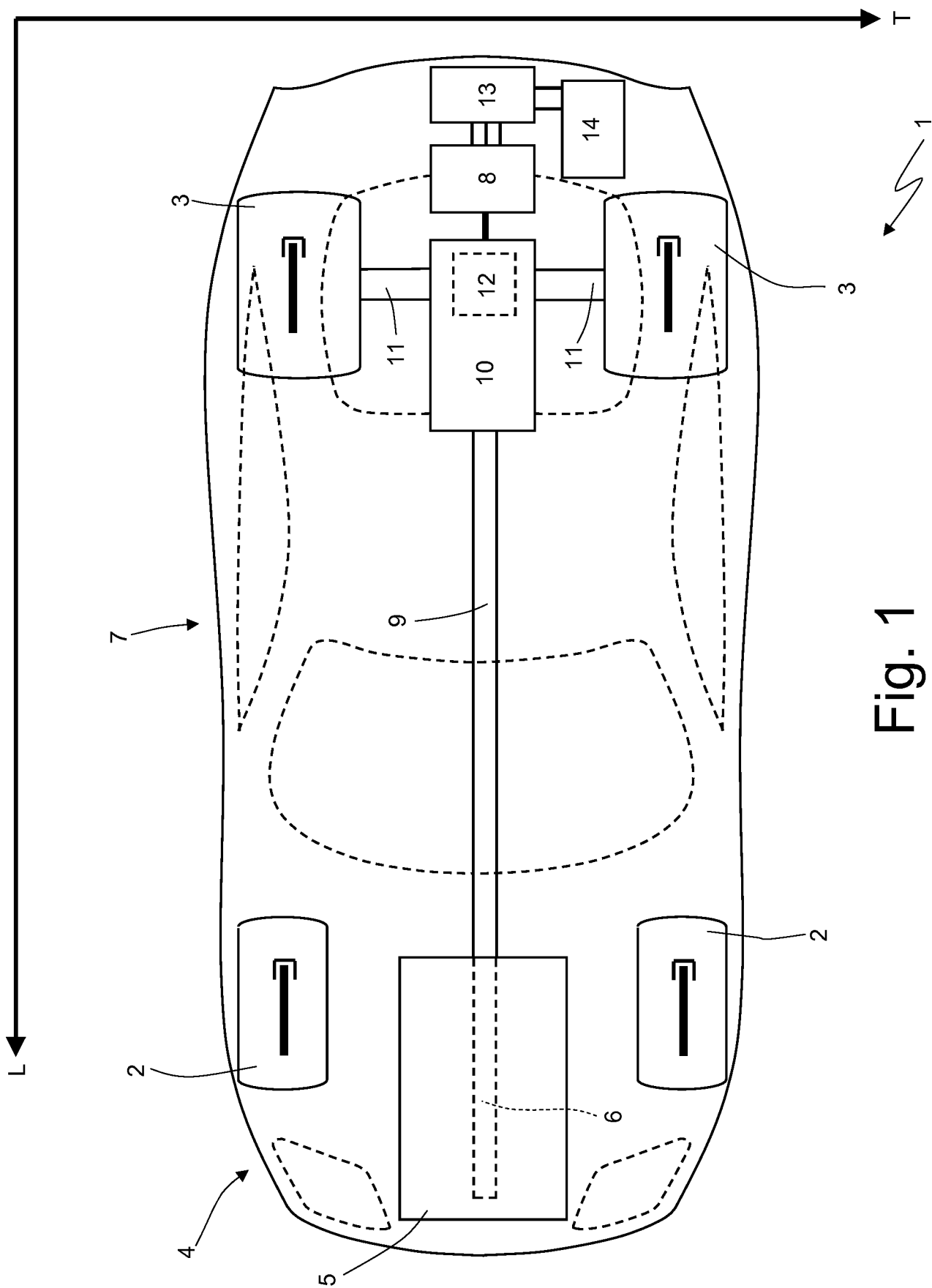


Fig. 1

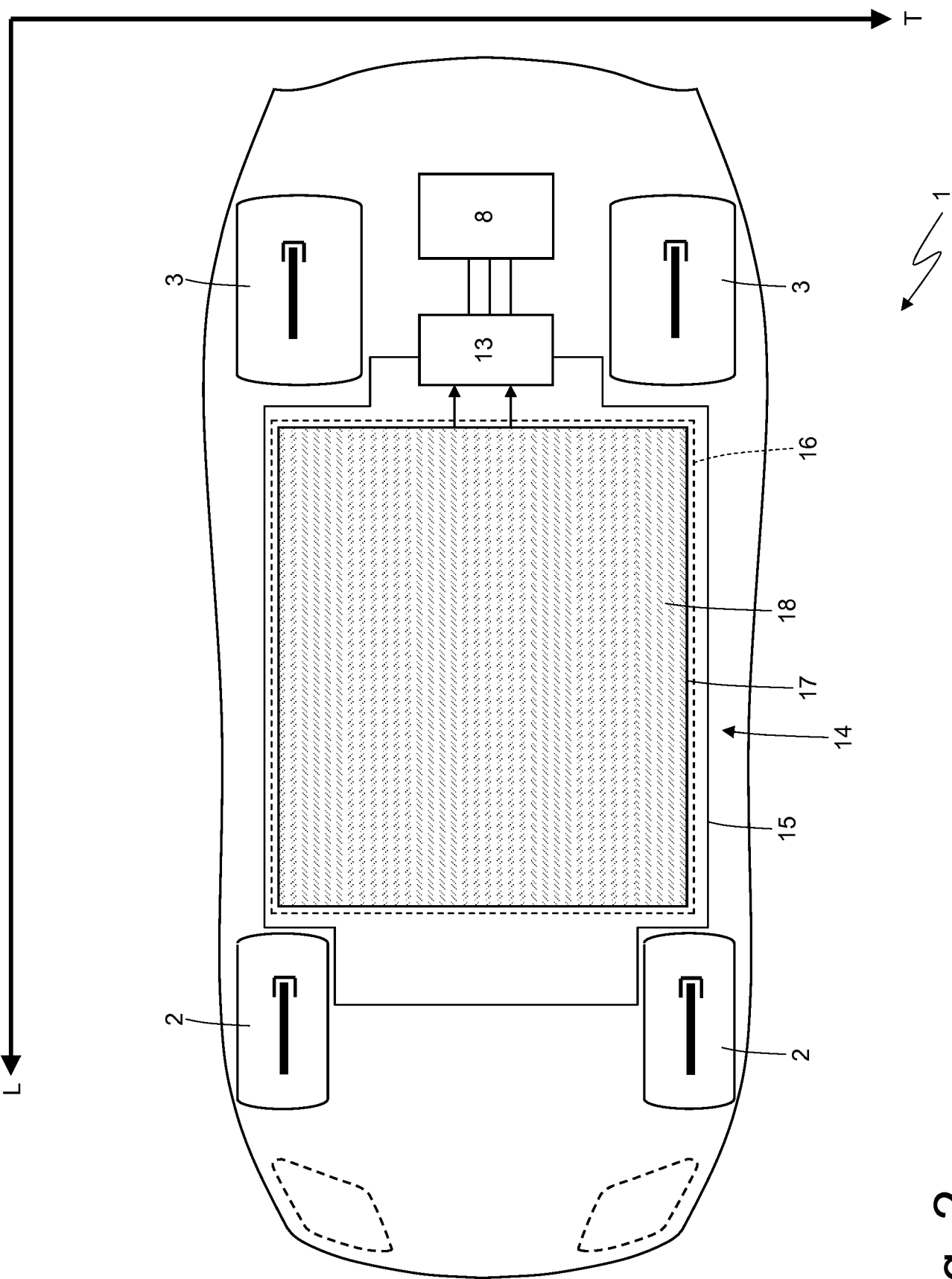


Fig. 2

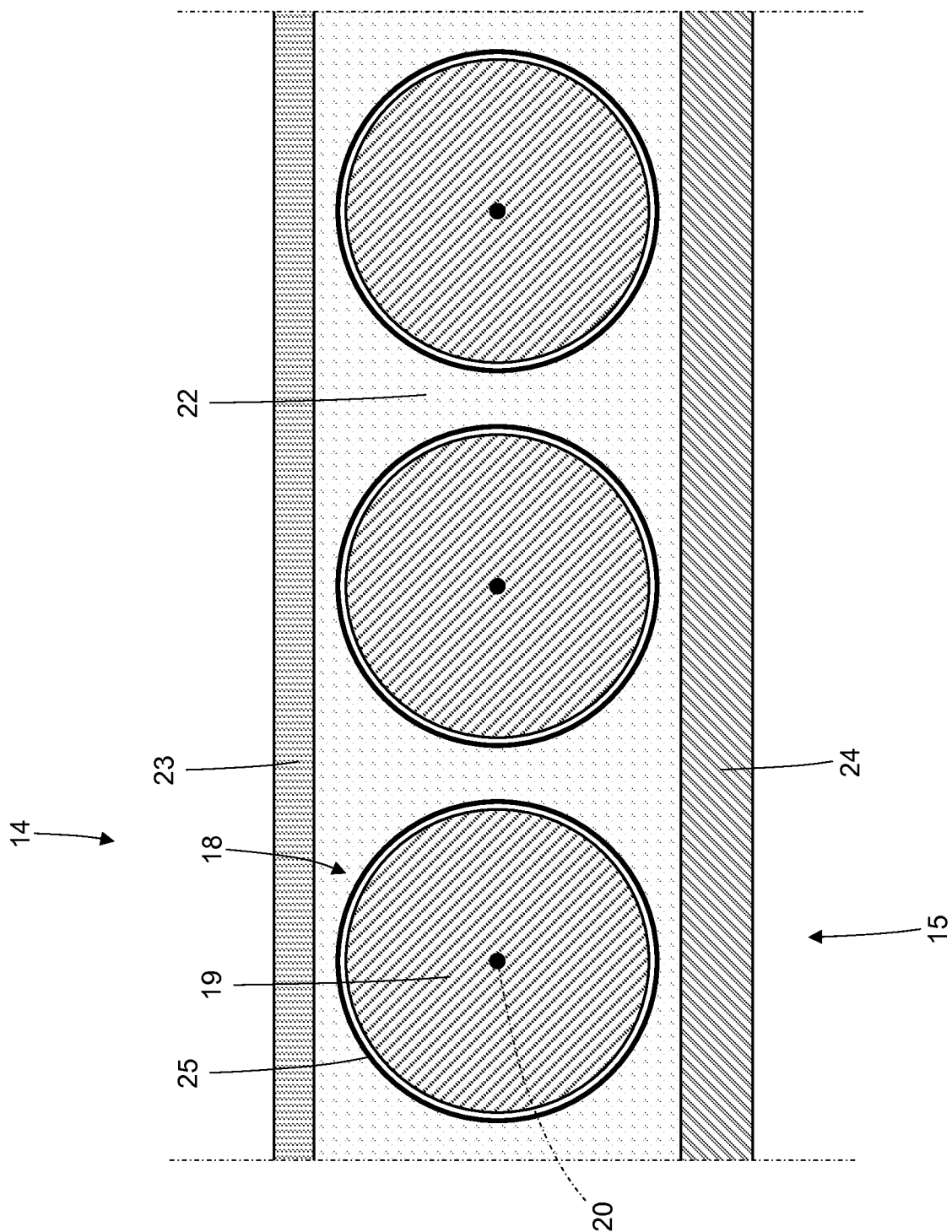


Fig. 4

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

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

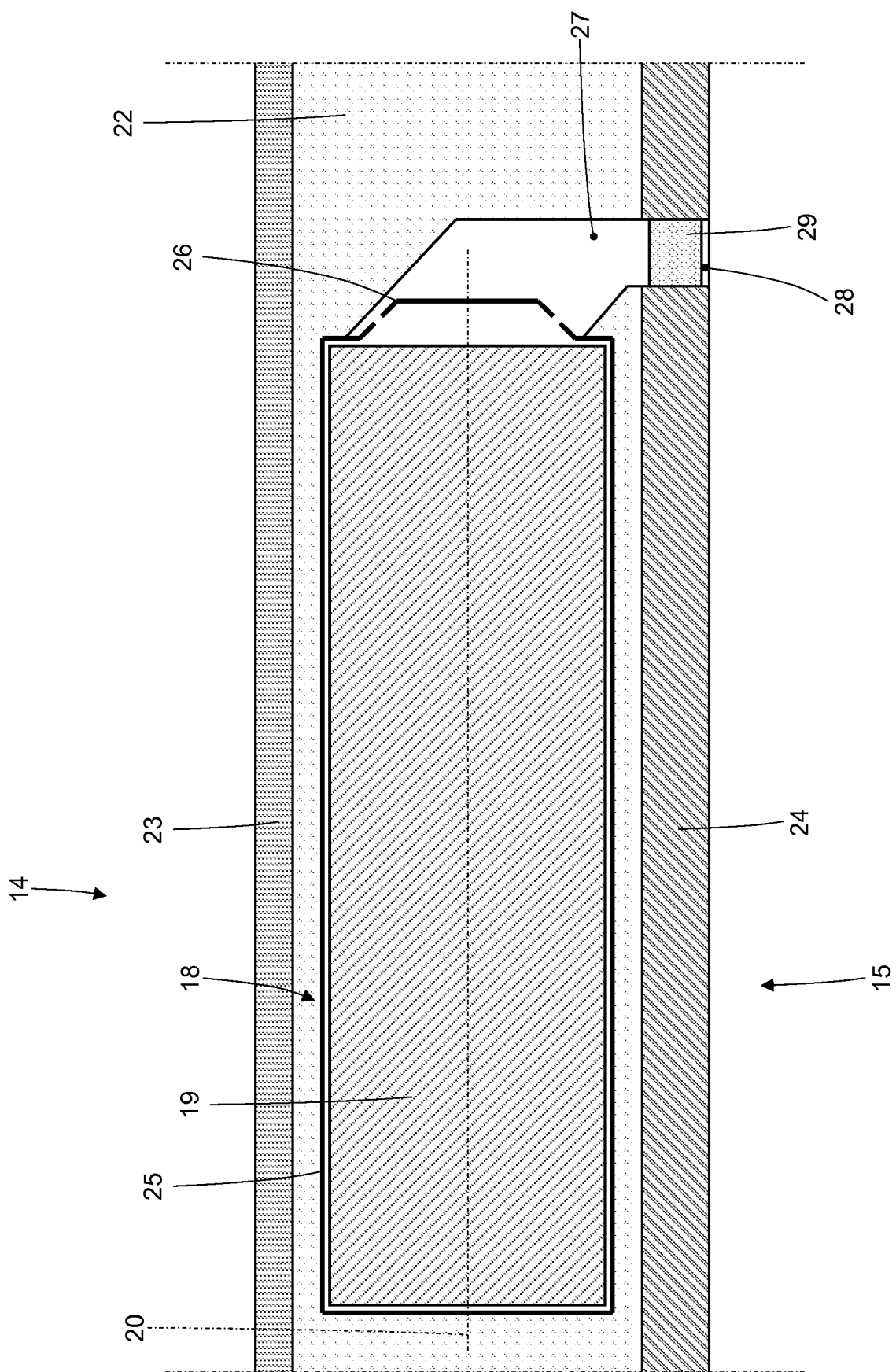


Fig. 5

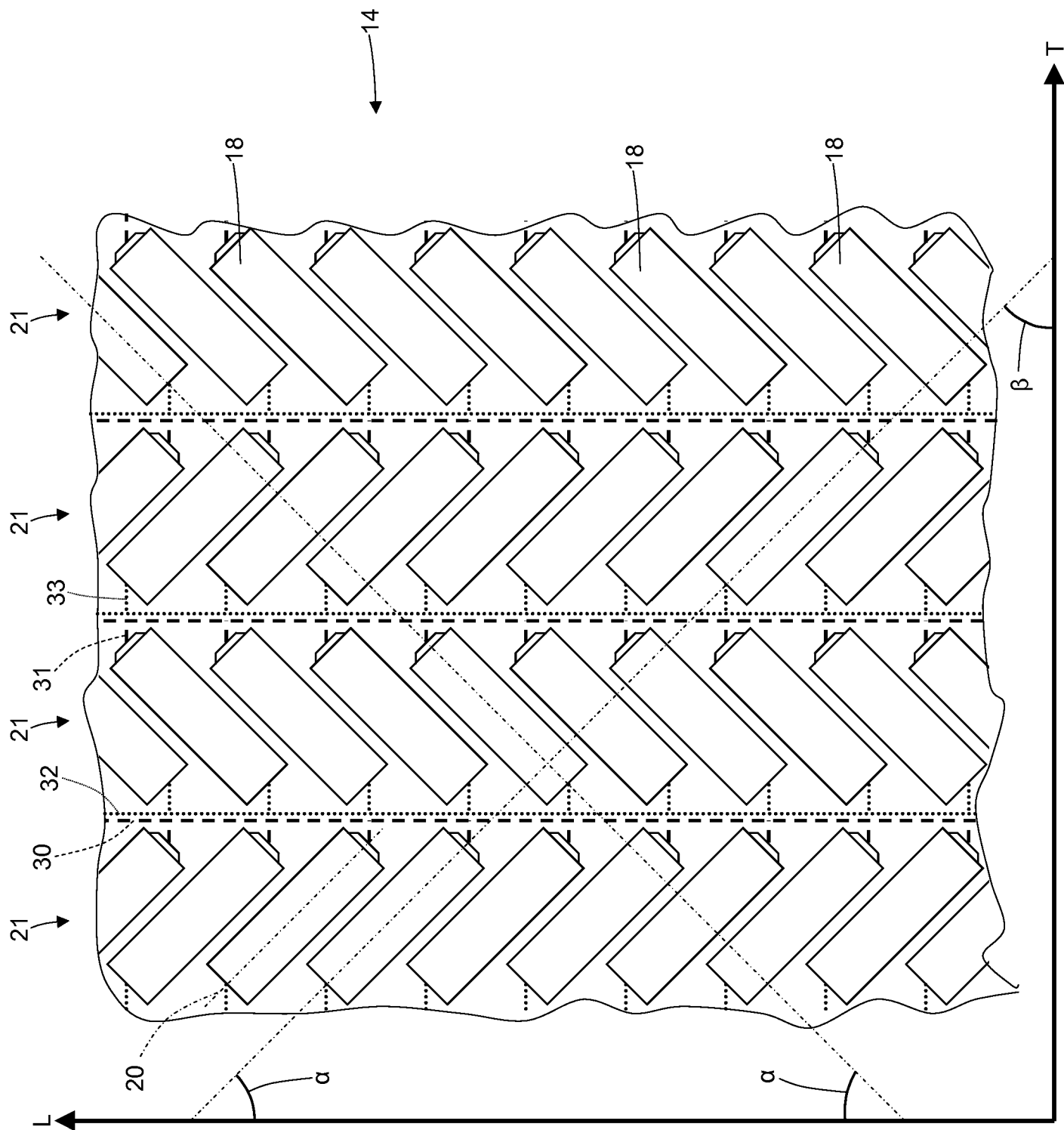


Fig. 6

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

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)

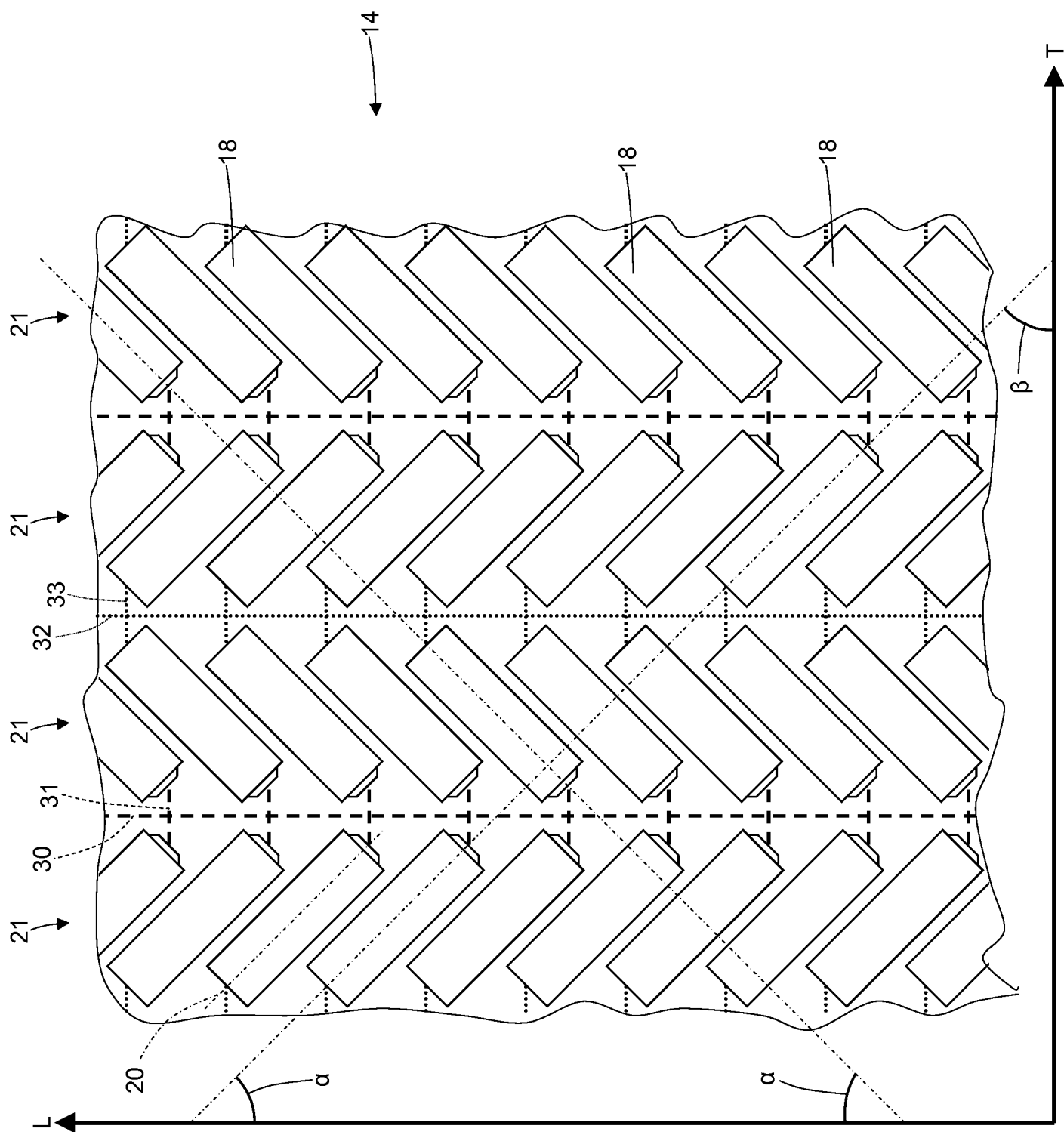
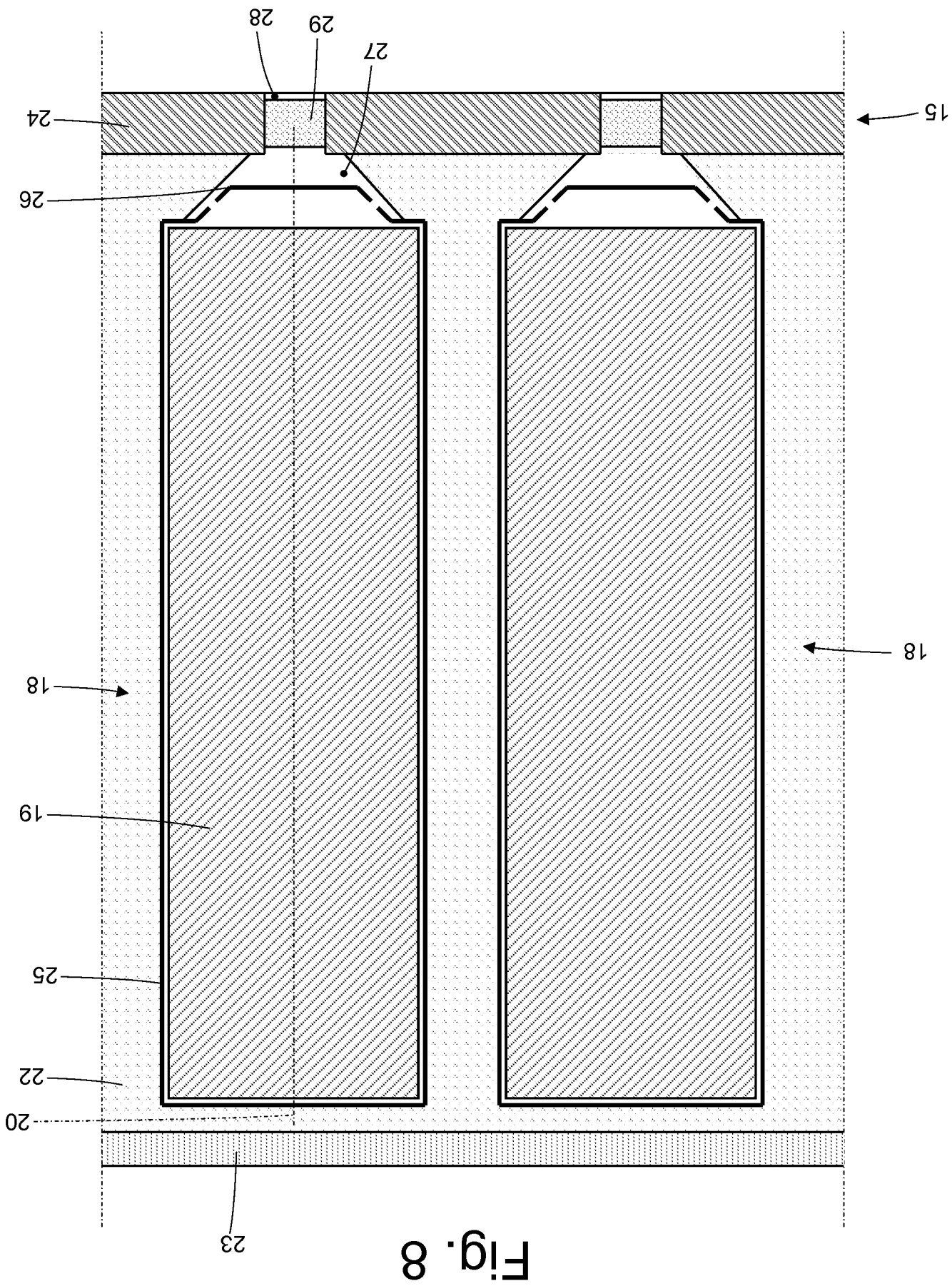


Fig. 7

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

Matteo MACCAGNAN
(Iscrizione Albo N.987/BM)



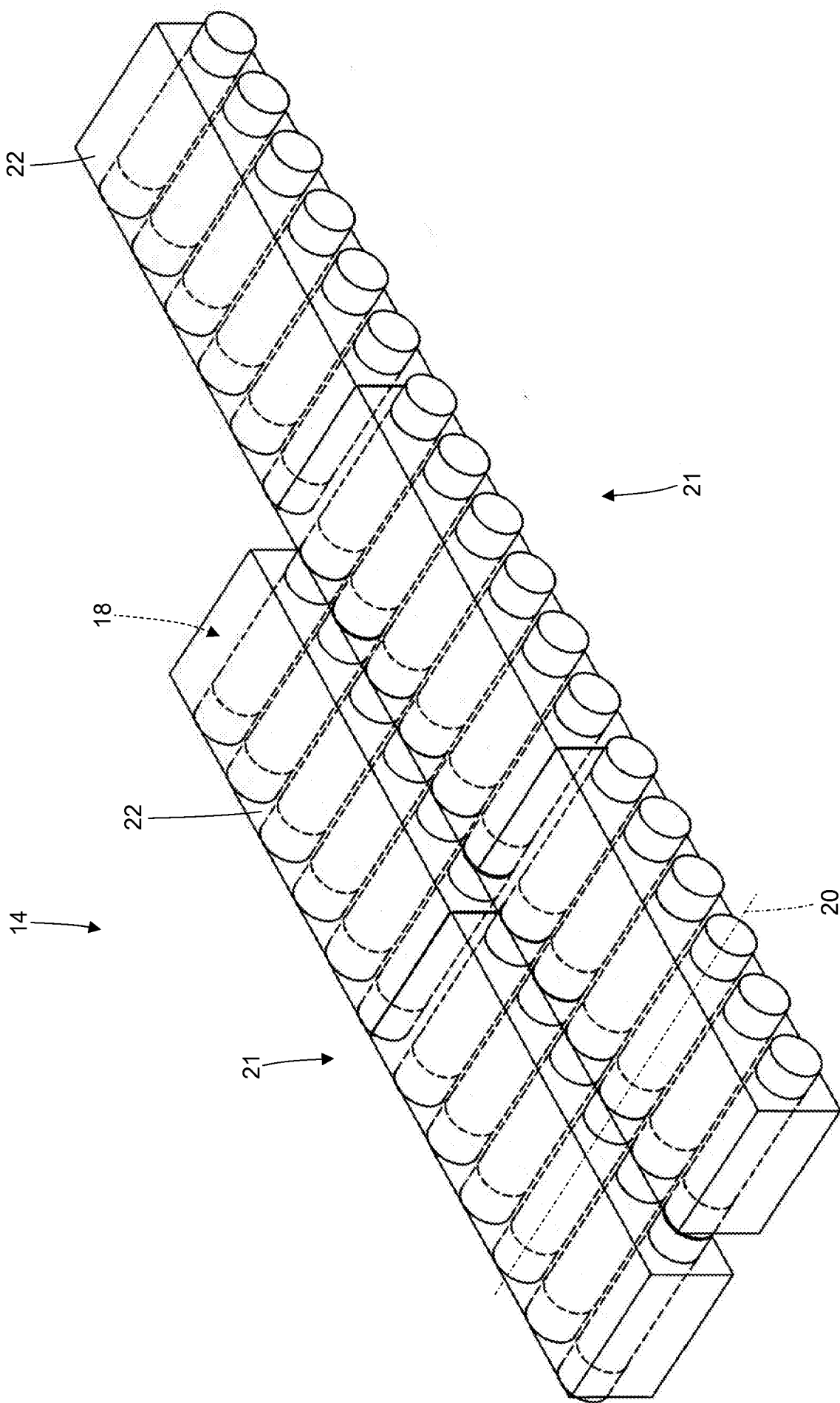


Fig. 9

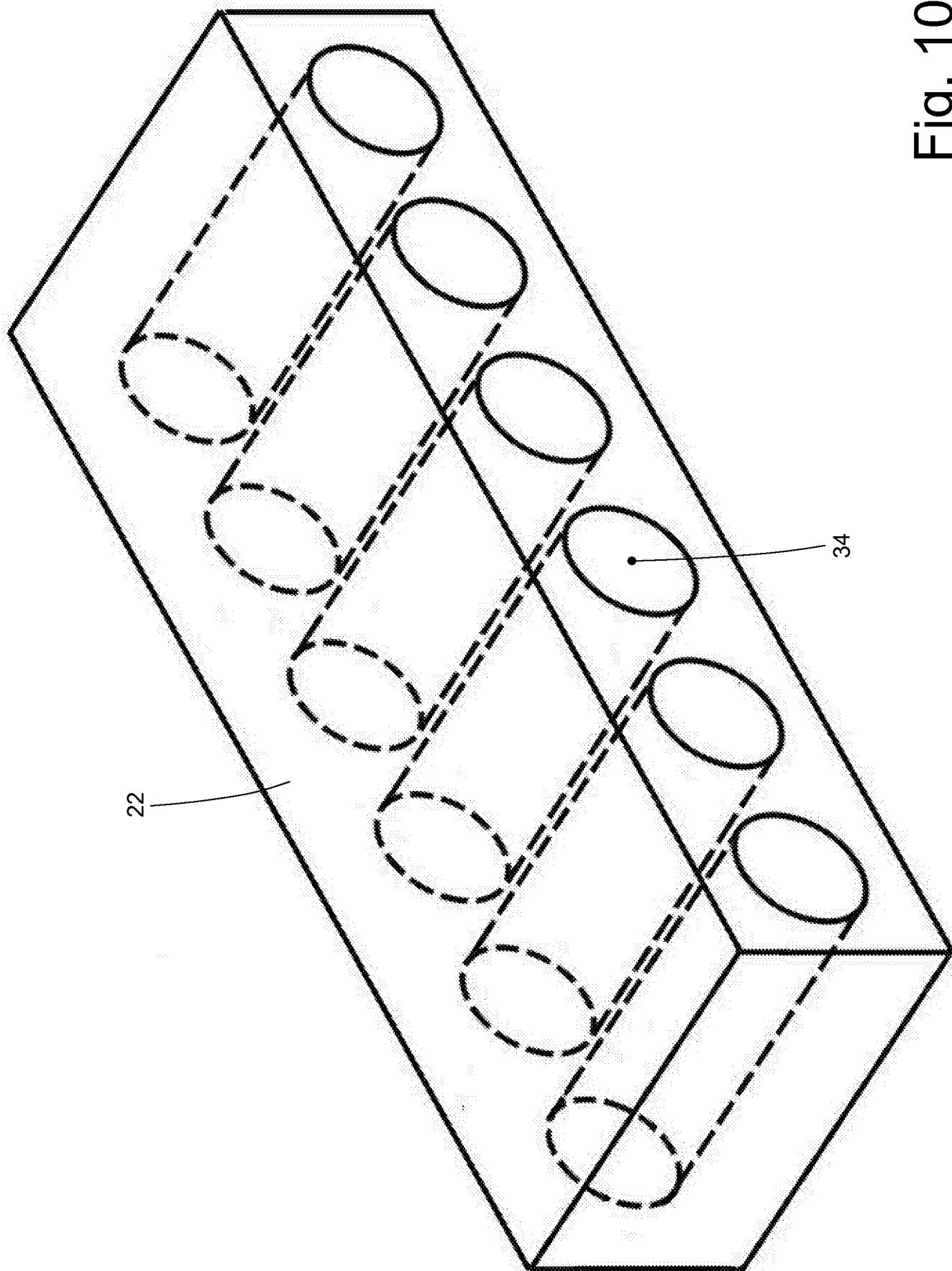


Fig. 10

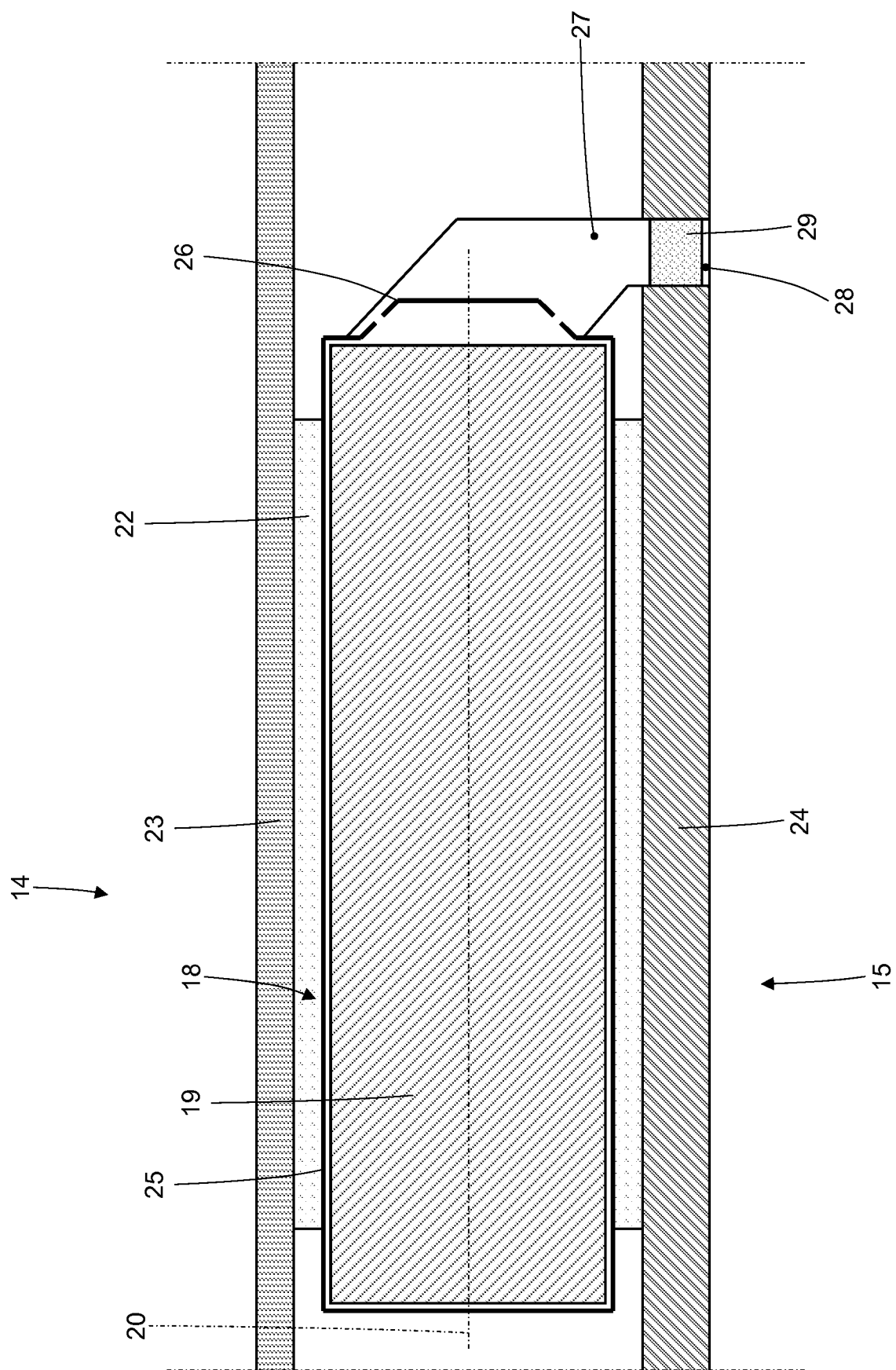


Fig. 11