



CONFEDERAZIONE SVIZZERA
ISTITUTO FEDERALE DELLA PROPRIETÀ INTELLETTUALE

(11) **CH 716 402 A2**

(51) Int. Cl.: **A01B 39/18** (2006.01)
A01M 21/02 (2006.01)
A01G 22/22 (2018.01)

Domanda di brevetto per la Svizzera ed il Liechtenstein
Trattato sui brevetti, del 22 dicembre 1978, fra la Svizzera ed il Liechtenstein

(12) **DOMANDA DI BREVETTO**

(21) Numero della domanda: 00911/19

(22) Data di deposito: 15.07.2019

(43) Domanda pubblicata: 15.01.2021

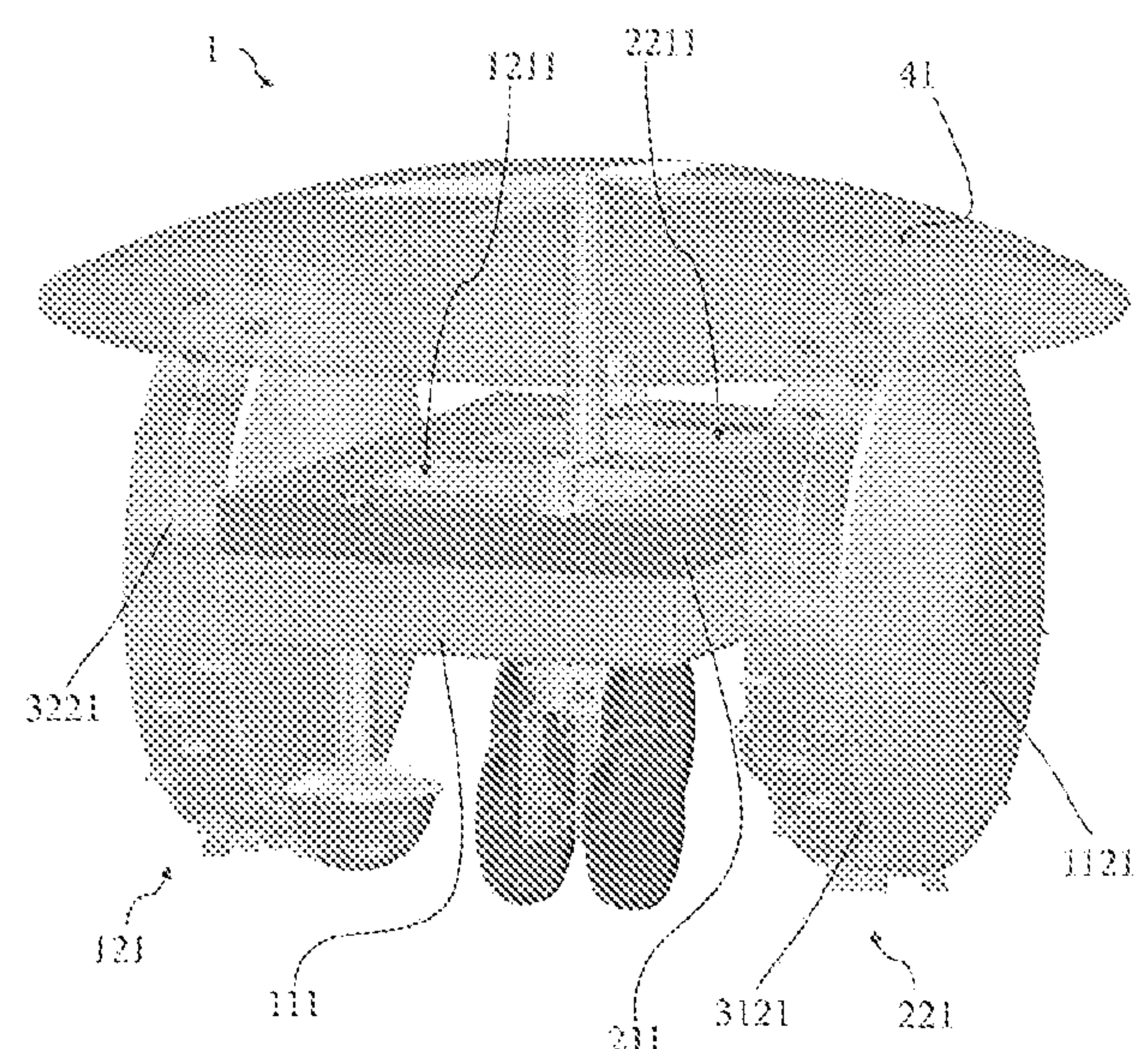
(71) Richiedente:
ECO PROCESS & SOLUTIONS S.A.,
Via Marco da Carona 1
6900 Lugano (CH)

(72) Inventore/Inventori:
Silvano Agostino Tasso, 6962 Viganello (CH)
Paolo Ferraris, 13048 Santhià (IT)

(74) Mandatario:
Fiammenghi-Fiammenghi, Via San Gottardo 15
6900 Lugano (CH)

(54) **"Robot autonomo agricolo per risaie".**

(57) La presente invenzione è relativa a un robot (1) autonomo agricolo per risaie comprendente almeno una coppia di ruote (121, 221) contrapposte e operativamente connesse ad un telaio di supporto, per movimentare il robot (1) autonomo agricolo e contemporaneamente lavorare le risaie per le operazioni di sarchiatura o strigliatura, un sistema di movimentazione operativamente connesso alle ruote (121, 221), un sistema di navigazione atto ad identificare le file di piante di riso e le estremità di fine campo delle risaie, un sistema di controllo operativamente connesso al sistema di movimentazione e al sistema di navigazione, in cui le ruote (121, 221) presentano una superficie circonferenziale provvista di elementi sarchianti, in cui il sistema di controllo è atto a controllare il sistema di movimentazione in funzione del sistema di navigazione per azionare le ruote (121, 221) e mantenere il robot (1) autonomo agricolo allineato alla fila di piante di riso da trattare tra le estremità di fine campo e sterzare il robot (1) autonomo agricolo in corrispondenza della estremità di fine campo nella fila di piante di riso adiacente alla fila di piante di riso trattata.



Descrizione

Campo dell'invenzione

[0001] La presente invenzione è relativa a un robot autonomo agricolo per risaie. In particolare, la presente invenzione è relativa a un robot autonomo agricolo per risaie in grado di realizzare le operazioni di strigliatura e sarchiatura.

Arte nota

[0002] La coltivazione del riso viene realizzata in opportune risaie, in cui la crescita delle piante di riso avviene contestualmente alla crescita di piante infestanti, le quali rovinano la qualità del riso e rendono difficoltose le operazioni di raccolta. Allo stato attuale, le piante infestanti vengono combattute mediante l'impiego di prodotti chimici, spesso impiegati egualmente anche in fase di concimazione per raggiungere un buon rapporto di prodotto raccolto ad ettaro.

[0003] Per limitare l'impiego di prodotti chimici, è noto utilizzare la tecnica del trapianto, ovvero una procedura che permette di disporre in risaia le piante di riso già cresciute, circa 30/40 giorni più tardi della semina tradizionale e permettendo dunque di limitare la crescita di piante infestanti durante il suddetto periodo. La tecnica del trapianto viene effettuata, infatti, nel mese di giugno su un terreno che, se ben preparato, fa sì che le piante di riso vengano trapiantate su un terreno privo di infestanti e pronto ad accoglierle.

[0004] La tecnica del trapianto può essere realizzata manualmente o tramite l'ausilio di macchine trapiantatrici semi-manuali o automatiche. In particolare, l'utilizzo di trapiantatrici automatiche consente di trapiantare più file alla volta che possano assicurare una maggiore velocità di lavoro nonché una stesura delle piante lungo le file designate e parallele con estrema precisione. Ad esempio, uno schema di trapianto è realizzato disponendo le piante di riso in ciascuna fila ad una distanza compresa tra 10 cm e 20 cm l'una dall'altra e distanziando anche le file di una distanza compresa tra 20 cm e 30 cm l'una dall'altra. Lo schema di trapianto utilizzato dipende tanto dalla varietà di piante di riso utilizzata quanto dal livello di accestimento per una migliore copertura della risaia rispetto alle piante infestanti.

[0005] La tecnica del trapianto, se ben praticata, presenta molti vantaggi per la coltivazione di piante di riso di alta qualità, sane, produttive e soprattutto privo di ammendati chimici in concimazione e soprattutto per la lotta alle infestanti. La tecnica del trapianto presenta, però, anche alcune problematiche, tra cui la ridotta velocità della tecnica stessa rispetto alle tradizionali tecniche di semina a spaglio o a file interrate. Inoltre, a seguito della semina o del trapianto in risaia, sarà comunque necessario effettuare lavorazioni di prevenzione per la nascita delle future piante infestanti.

[0006] A tal proposito, in aggiunta alla tecnica del trapianto, viene effettuata la tecnica di sarchiatura tra le file di piante di riso con macchinari manuali o motorizzati, quest'ultimi consentendo una mondata più veloce e semplice vista la disposizione ordinata delle piante di riso in file. La tecnica di sarchiatura è legata alla tecnica del trapianto visto il reciproco aiuto che una tecnica può fornire all'altra. La tecnica di sarchiatura per essere efficace e di facile utilizzo deve avvenire su colture che si sviluppino su file di piante di riso ben distinte perché il macchinario grazie al suo passaggio riesce ad estirpare le piccole piante di infestanti lasciando inalterate le piante di riso già sviluppate.

[0007] Sono evidenti le difficoltà dell'ambiente fangoso della risaia in cui è necessario effettuare queste operazioni, difficoltà che si riscontrano con qualsiasi tipologia di macchinario utilizzato, in particolare nelle operazioni di avanzamento. A tal proposito, vengono utilizzati macchinari di sarchiatura motorizzati, tipicamente realizzati da un trattore provvisto di una parte che funge da slitta e al centro una o più componenti che svolgono la vera e propria funzione di sarchiatore. Il macchinario di sarchiatura motorizzato consente la movimentazione tanto delle componenti di sarchiatura quanto dei componenti di avanzamento. I componenti di sarchiatura ruotano, dunque, ad una velocità predeterminata, svolgendo una significativa azione di pulizia tra le file di piante di riso con una ridotta fatica da parte dell'utente. In alcuni casi i componenti di sarchiatura sono più di uno per ciascun macchinario di sarchiatura così che l'operatore possa agire su più file contemporaneamente.

[0008] L'impiego dei macchinari di sarchiatura tradizionali presenta alcuni inconvenienti quali il calpestamento di buone porzioni di piante di riso trapiantate, soprattutto in capezzagna ovvero in ciascuna delle due strisce di terreno dove i macchinari eseguono la svolta di fine campo e invertono la marcia. Ulteriormente, i macchinari di sarchiatura tradizionali creano solchi lungo il passaggio delle ruote d'appoggio in cui le infestanti possono proliferare. Infine, pur riducendo la fatica dell'operatore, è necessario che l'operatore sia esperto e specializzato per effettuare la pluralità di passaggi necessari per la realizzazione della corretta sarchiatura.

[0009] Sarebbe pertanto desiderabile disporre di un macchinario di sarchiatura in grado di minimizzare gli inconvenienti sopra esposti. In particolare, sarebbe desiderabile disporre di un macchinario di sarchiatura in grado di ridurre il calpestamento delle piante di riso trapiantate e dal ridotto costo di esercizio.

Sommario dell'invenzione

[0010] Scopo della presente invenzione è fornire un robot autonomo agricolo per risaie in grado di minimizzare le problematiche suddette.

[0011] Ancora uno scopo della presente invenzione è fornire un robot autonomo agricolo per risaie in grado di lavorare tra le file di piante di riso in completa autonomia, anche senza il controllo diretto di un operatore, e che sia al contempo molto preciso.

[0012] Infine, uno scopo della presente invenzione è fornire un robot autonomo agricolo per risaie in grado di ottimizzare il passaggio tra le file di piante di riso, tanto in termini di numero di passaggi quanto in termini di qualità di ogni singolo passaggio, preservando le piante di riso e riducendo le possibilità di formazione di aree atte alla crescita di piante infestanti.

[0013] Gli scopi sopra menzionati vengono raggiunti da un robot autonomo agricolo per risaie, in accordo con le rivendicazioni allegate.

[0014] Il robot autonomo agricolo per risaie comprende:

- un telaio di supporto;
- almeno una coppia di ruote contrapposte e operativamente connesse al telaio di supporto, in cui le ruote sono atte a movimentare il robot autonomo agricolo e contemporaneamente sono atte a lavorare le risaie per le operazioni di sarchiatura o strigliatura;
- un sistema di movimentazione operativamente connesso alle ruote;
- un sistema di navigazione atto ad identificare le file di piante di riso nelle risaie e le estremità di fine campo delle risaie;
- un sistema di controllo operativamente connesso al sistema di movimentazione e al sistema di navigazione;
- un sistema di alimentazione operativamente connesso al sistema di movimentazione, al sistema di navigazione e al sistema di controllo;

in cui le ruote presentano una superficie circonferenziale provvista di elementi sarchianti,

in cui il sistema di controllo è atto a controllare il sistema di movimentazione in funzione del sistema di navigazione per azionare le ruote e mantenere il robot autonomo agricolo allineato alla fila di piante di riso da trattare tra le estremità di fine campo, e

in cui il sistema di controllo è atto a controllare il sistema di movimentazione in funzione del sistema di navigazione per azionare le ruote e sterzare il robot autonomo agricolo in corrispondenza della estremità di fine campo nella fila di piante di riso adiacente alla fila di piante di riso trattata.

[0015] In tal modo, è possibile realizzare un macchinario completamente autonomo che muovendosi all'interno della risaia riesca, grazie al suo passaggio, a creare un'opera di sarchiatura e quindi una significativa lotta alle piante infestanti. Inoltre, la movimentazione e la sterzata automatica contribuiscono a rendere meno pesante il lavoro di eventuali operatori a supporto.

[0016] Preferibilmente, le ruote sono costituite ciascuna da un contenitore a tenuta d'acqua, in cui il contenitore a tenuta d'acqua è atto ad essere riempito o svuotato rispettivamente per appesantire o alleggerire il robot autonomo agricolo per risaie.

[0017] In tal modo, è possibile definire l'impiego corretto in funzione delle modalità operative cui il robot autonomo agricolo è destinato, ovvero alleggerito nel caso di necessità di galleggiamento o appesantito nel caso di necessità di un maggior affondamento o contatto con il terreno.

[0018] Preferibilmente, le ruote comprendono una parete laterale esterna opposta al telaio, in cui la parete laterale esterna presenta una conformazione convessa verso l'esterno del robot autonomo agricolo per risaie.

[0019] La conformazione della suddetta parete laterale esterna consente di allontanare la parte apicale delle piante di riso dagli elementi sarchianti.

[0020] Preferibilmente, gli elementi sarchianti sono regolabili e/o sostituibili.

[0021] È possibile, dunque, modificare la disposizione degli elementi sarchianti in funzione della tipologia di sarchiatura da effettuare o delle condizioni della risaia.

[0022] Preferibilmente, le ruote sono indipendenti, e il sistema di movimentazione comprende un motore autonomo per ciascuna delle ruote.

[0023] La indipendenza delle ruote consente di sterzare il robot autonomo agricolo senza l'impiego di opportuni mezzi sterzanti.

[0024] Preferibilmente, il sistema di navigazione comprende telecamere di rilevamento delle file di piante di riso da trattare e delle estremità di fine campo e/o un sistema di posizionamento satellitare.

[0025] Le telecamere di rilevamento delle file di piante di riso da trattare consentono al robot autonomo agricolo di operare senza l'ausilio di un operatore anche se le file di piante di riso non sono perfettamente allineate. Il sistema di posizionamento satellitare, invece, consente al robot autonomo agricolo di operare senza l'ausilio di un operatore in funzione di uno schema predefinito di file di piante di riso in risaia.

[0026] Preferibilmente, il sistema di navigazione è atto a definire uno schema virtuale dei punti semina o di trapianto delle piante di riso della risaia.

[0027] In tal modo, è possibile gestire la movimentazione del robot autonomo agricolo anche senza la presenza di telecamere di rilevamento delle file di piante di riso o di un sistema di posizionamento satellitare.

[0028] Preferibilmente, il sistema di alimentazione comprende pannelli solari.

[0029] La presenza di un'alimentazione solare contribuisce all'autonomia di gestione del robot autonomo agricolo.

[0030] Preferibilmente, il robot autonomo agricolo per risaie comprende mezzi di copertura atti a proteggere il robot autonomo agricolo per risaie dagli agenti atmosferici.

[0031] I mezzi di copertura garantiscono l'integrità del robot autonomo agricolo, con particolare riguardo alla componentistica elettronica e più delicata.

[0032] Preferibilmente, il robot autonomo agricolo per risaie comprende erpici striglieri accoppiati al telaio in posizione contrapposta alle ruote.

[0033] Gli erpici striglieri consentono, dunque, di definire anche una fase di strigliatura nella risaia

Descrizione delle figure

[0034] Queste e ulteriori caratteristiche e vantaggi della presente invenzione risulteranno evidenti dalla descrizione della forma di realizzazione preferita, illustrata a titolo esemplificativo e non limitativo nelle allegate figure, in cui:

- la Figura 1 è una vista in prospettiva di una forma di realizzazione del robot autonomo agricolo per risaie, in accordo con la presente invenzione;
- la Figura 2 è un diagramma a blocchi illustrante l'interazione tra il sistema di alimentazione, il sistema di movimentazione, il sistema di navigazione e il sistema di controllo del robot autonomo agricolo per risaie di Figura 1;
- la Figura 3 è una vista schematica in prospettiva del robot autonomo agricolo per risaie di Figura 1, in cui le ruote sono provviste di elementi sarchianti;
- la Figura 4 è una vista schematica in prospettiva del robot autonomo agricolo per risaie di Figura 1, in cui le ruote sono sprovviste di elementi sarchianti e il telaio è provvisto di erpici striglieri.

Descrizione dettagliata dell'invenzione

[0035] Con riferimento alle Figure 1-4, è illustrata una forma di realizzazione preferita del robot 1 autonomo agricolo, in accordo con la presente invenzione.

[0036] Nella descrizione che segue si farà riferimento all'impiego del robot 1 autonomo agricolo in risaia e, in particolare, nella fase di sarchiatura e, eventualmente, di strigliatura. Nel prosieguo, verrà mantenuta la medesima numerazione per identificare componenti del robot 1 autonomo agricolo che possono essere utilizzati tanto nella fase di sarchiatura quanto nella fase di strigliatura.

[0037] Il robot 1 autonomo agricolo per risaie comprende un telaio 11 di supporto al quale sono operativamente connesse una coppia di ruote 121, 221 contrapposte. Tali ruote 121, 221 sono atte a movimentare il robot 1 autonomo agricolo e contemporaneamente sono atte a lavorare le risaie per le operazioni di sarchiatura e, eventualmente, di strigliatura, come nel seguito dettagliatamente descritto.

[0038] Secondo forme di realizzazione ulteriori, non illustrate, il robot autonomo agricolo può essere provvisto di un numero di coppie di ruote superiore a una, ad esempio due coppie di ruote, in grado di migliorare la stabilità del robot autonomo agricolo e di garantire una migliore fase operativa durante le operazioni di sarchiatura.

[0039] Il telaio 11 di supporto definisce una scocca a tenuta d'acqua, in grado, dunque, di sopportare le difficili condizioni di lavoro in risaia, ovvero l'ambiente umido nonché le repentine variazioni climatiche. Nella forma di realizzazione illustrata nelle Figure 1, 3 e 4, il telaio 11 di supporto è realizzato da due elementi separati e accoppiati a tenuta di liquido, rispettivamente una struttura 111 di sostegno e un elemento 211 di copertura, i quali circoscrivono una camera di contenimento tra questi. In particolare, la struttura 111 di sostegno definisce la porzione di fondo del telaio 11 di supporto, mentre l'elemento 211 di copertura definisce la porzione di chiusura del medesimo telaio 11 di supporto. L'elemento 211 di copertura è provvisto, inoltre, di due aperture 1211, 2211 che in normali condizioni operative risultano chiuse preferibilmente a tenuta d'acqua e possono essere aperte per consentire l'accesso alla camera di contenimento per la manutenzione dei dispositivi ivi contenuti, come nel seguito descritto in maggior dettaglio. I materiali del telaio 11 di supporto devono essere materiali in grado di garantire resistenza meccanica, tenuta all'acqua e leggerezza. In generale, può essere utilizzato qualsiasi tipo di materiale in grado di garantire il corretto impiego entro una risaia, quali, ad esempio, lega di alluminio, ovvero acciaio inox per le componenti del telaio 11 di supporto più esposte all'azione dell'acqua.

[0040] Nella forma di realizzazione ivi descritta, il telaio 11 di supporto presenta dimensioni pari a 400 mm x 500 mm in modo tale da contenere la dimensione del robot 1 autonomo agricolo. Le suddette dimensioni possono comunque variare in funzione delle necessità progettuali richieste o della tipologia di risaia da lavorare.

[0041] Secondo forme di realizzazione alternative, non illustrate, il telaio di supporto potrebbe essere realizzato da una scocca singola o da un numero di elementi superiori senza modificare il concetto inventivo della presente invenzione.

[0042] Come descritto in precedenza, le ruote 121, 221 sono operativamente connesse al telaio 11 di supporto, in particolare a questo vincolate in modo da consentirne la rotazione attorno ad un proprio asse di rotazione. Come illustrato nelle Figure 3 e 4, nella forma di realizzazione ivi descritta le ruote 121, 221 sono operativamente connesse al telaio 11 di supporto in corrispondenza della porzione 111 di fondo, ove ciascuno degli assi di rotazione di ciascuna ruota 121, 221 entra nella camera di contenimento.

[0043] Il robot 1 autonomo agricolo comprende, dunque, un sistema di movimentazione operativamente connesso alle suddette ruote 121, 221. A tal proposito, la camera di contenimento è provvista di uno o più motori 131 elettrici operativamente connessi ai suddetti assi di rotazione delle ruote 121, 221. I motori 131 elettrici consentono, dunque, la movimentazione delle ruote 121, 221 in rotazione attorno ai rispettivi assi di rotazione, definendo almeno in parte il suddetto sistema di movimentazione. Ulteriori elementi del sistema di movimentazione possono comprendere riduttori disposti tra le ruote 121, 221 e i motori 131 elettrici. Quest'ultimi devono poter consentire l'avanzamento del robot 1 autonomo agricolo in risaia, preferibilmente ad una velocità pari a circa 4 km/h.

[0044] Nella forma di realizzazione preferita, il sistema di movimentazione comprende una pluralità di motori 131 elettrici. In particolare, ogni ruota 121, 221 è accoppiata al relativo motore 131 elettrico, in cui ciascun motore 131 elettrico è autonomo per ciascuna delle ruote 121, 221, rendendo le suddette ruote 121, 221 indipendenti l'un l'altra. La indipendenza delle ruote 121, 221, ovvero dei relativi motori 131 elettrici, consente di effettuare le manovre di sterzata del robot 1 autonomo agricolo senza l'impiego di opportuni mezzi sterzanti. La velocità di rotazione di ciascuna ruota 121, 221 consente, dunque, di realizzare la sterzata del robot 1 autonomo agricolo con estrema semplicità e senza l'impiego di elementi che possano appesantire e rendere maggiormente complesso il robot 1 autonomo agricolo.

[0045] Il robot 1 autonomo agricolo comprende ulteriormente un sistema di navigazione atto ad identificare le file di piante di riso nelle risaie e le estremità di fine campo di dette risaie, ipotizzando che ciascuna fila di piante di riso segua un segmento di allineamento lineare ipotetico. L'identificazione di ciascuna fila di piante di riso consente al robot 1 autonomo agricolo di procedere in autonomia, senza la necessità di guida da parte di un operatore. In una forma di realizzazione, il sistema di navigazione comprende telecamere di rilevamento delle file di piante di riso da trattare e delle estremità di fine campo. Le telecamere di rilevamento delle file di piante di riso da trattare consentono al robot autonomo agricolo di operare senza l'ausilio di un operatore anche se le file di piante di riso non sono perfettamente allineate. L'impiego di un sistema di telecamere consente di ottenere un sistema di navigazione economico e autonomo rispetto ad eventuali sistemi di navigazione esterni al robot 1 autonomo agricolo. Il sistema di navigazione può ulteriormente comprendere, o essere realizzato da, un sistema di posizionamento satellitare. Ad esempio, è possibile impiegare un sistema di navigazione satellitare in tempo reale, del tipo RTK Real Time Kinematic ovvero una tecnica basata su segnali GPS, GLONASS, Galileo dove una singola stazione di riferimento fornisce connessioni in tempo reale fornendo un'accuratezza a livello del centimetro. Anche in tal caso, il sistema di posizionamento satellitare consente al robot autonomo agricolo di operare senza l'ausilio di un operatore in funzione di uno schema predefinito di file di piante di riso in risaia, identificando lo spostamento del robot autonomo agricolo lungo la fila di piante di riso e rispetto alle file di piante di riso in funzione delle coordinate di posizionamento del robot autonomo agricolo determinate dal sistema di posizionamento satellitare.

[0046] Secondo forme di realizzazione ulteriori, non illustrate, il robot autonomo agricolo può essere provvisto di un sistema di navigazione atto a definire uno schema virtuale dei punti di semina o di trapianto delle piante di riso della risaia. In tal modo, è possibile gestire la movimentazione del robot autonomo agricolo anche senza la presenza di telecamere di rilevamento delle file di piante di riso o di un sistema di posizionamento satellitare. Dunque, a fronte di una fase iniziale di identificazione dei punti di semina o di trapianto delle piante di riso in risaia, è possibile utilizzare il robot autonomo agricolo senza l'impiego di alcun sistema di telecamere.

[0047] Un sistema di controllo del robot 1 autonomo agricolo è atto a controllare il sistema di movimentazione in funzione del sistema di navigazione per azionare le ruote 121, 221 e mantenere il robot 1 autonomo agricolo allineato alla fila di piante di riso da trattare tra le estremità di fine campo.

[0048] Il sistema di controllo è parte del robot 1 autonomo agricolo nonché operativamente connesso tanto al sistema di movimentazione quanto al sistema di navigazione, come illustrato in Figura 2. Il suddetto sistema di controllo comprende, ad esempio, un dispositivo di elaborazione dati disposto entro la camera di contenimento e, pertanto, protetto dagli agenti atmosferici e dalle condizioni di lavoro in risaia.

[0049] Il suddetto sistema di controllo è ulteriormente atto a controllare il sistema di movimentazione sempre in funzione del sistema di navigazione per azionare le ruote 121, 221 e consentire al robot 1 autonomo agricolo di effettuare le operazioni di sterzata in corrispondenza della estremità di fine campo nella fila di piante di riso adiacente alla fila di piante di riso trattata. In particolare, la sterzata è controllata dalla velocità di rotazione di ciascuna ruota 121, 221, regolata mediante l'azionamento indipendente dei singoli motori 131 elettrici.

[0050] Identificata la fila di piante di riso mediante il sistema di navigazione, il robot 1 autonomo agricolo inizierà il suo avanzamento mediante il sistema di movimentazione sino al raggiungimento della relativa estremità di fine campo identificata dal medesimo sistema di navigazione, ad esempio leggibile con l'assenza della fila e la presenza di un argine di confine. Il sistema di movimentazione effettuerà la sterzata per spostarsi ed identificare la fila successiva. Identificata la nuova fila da trattare, una ulteriore sterzata consentirà al robot 1 autonomo agricolo di allinearsi alla nuova fila identificata.

Verrà, dunque, invertito il senso di marcia e il robot 1 autonomo agricolo procederà fino al completamento delle operazioni in risaia o fino all'esaurimento delle batterie, come nel seguito descritto in maggior dettaglio. Le operazioni di sterzata non hanno, quindi, necessità di opportuni organi di sterzo o di motori supplementari, con un notevole risparmio in termini di dispendio energetico e peso del robot 1 autonomo agricolo. In particolare, le operazioni di sterzata possono essere realizzate incrementando la velocità di rotazione della ruota 121, 221 opposta al direzione di svolta, consentendo alla rimanente ruota 121, 221 di operare come perno di rotazione.

[0051] Il robot 1 autonomo agricolo è altresì provvisto di un sistema di alimentazione operativamente connesso al sistema di movimentazione, al sistema di navigazione e al sistema di controllo, consentendo in tal modo l'alimentazione di tutte le componenti parti del robot 1 autonomo agricolo. Il suddetto sistema di alimentazione può comprendere, ad esempio, una o più batterie disposte entro la suddetta camera di contenimento e, pertanto, protette dagli agenti atmosferici e dalle condizioni di lavoro in risaia. Le aperture 1211, 2211 dell'elemento di copertura 211 possono consentire, dunque, la facile rimozione delle batterie per la sostituzione delle stesse con batterie a percentuale di carica maggiore o l'inserimento di uno specifico connettore per la ricarica.

[0052] Secondo forme di realizzazione ulteriori, non illustrate, il sistema di alimentazione comprende pannelli solari. L'alimentazione solare contribuisce all'autonomia di gestione del robot autonomo agricolo, massimizzando, dunque, l'efficienza e la produttività nelle operazioni cui è destinato.

[0053] L'autonomia ideale dovrebbe consentire al robot autonomo agricolo di essere disposto in risaia il giorno successivo al trapianto per poter operare in modo indipendente per i successivi 30/40 giorni fino al giusto accostamento delle piante di riso. Pertanto, la soluzione più idonea potrebbe pertanto essere quella di dotare il robot autonomo agricolo tanto di batterie quanto di pannelli solari che riescano ad alimentare il robot autonomo agricolo in totale indipendenza.

[0054] Come illustrato nelle Figure 1, 3 e 4, il robot 1 autonomo agricolo per risaie comprende ulteriormente mezzi 301 di copertura atti a proteggere il robot 1 autonomo agricolo per risaie dagli agenti atmosferici, per limitare il contatto con eventuale acqua e grandine ovvero per limitare il riscaldamento del robot 1 agricolo autonomo e della relativa camera di contenimento sotto l'azione dei raggi solari. I mezzi 301 di copertura garantiscono, pertanto, l'integrità del robot 1 autonomo agricolo, con particolare riguardo alla componentistica elettronica e, pertanto, più delicata. Nella forma di realizzazione ivi illustrata, i mezzi 301 di copertura comprendono un elemento a conformazione parabolica di dimensioni tali da garantire la copertura integrale di tutte le componenti del robot 1 autonomo agricolo. In particolare, l'elemento a conformazione parabolica presenta una superficie convessa rivolta verso il telaio 11 di supporto e, conseguentemente, una opposta superficie concava rivolta dal lato opposto del telaio 11 di supporto. L'elemento a conformazione parabolica è accoppiato al, e distanziato dal, telaio 11 di supporto mediante un elemento di sostegno in grado di distanziare il suddetto elemento a conformazione parabolica della distanza necessaria a consentire almeno la corretta operatività delle ruote 121, 221.

[0055] La presenza dei mezzi 301 di copertura potrebbe, inoltre, essere di supporto per l'installazione dei suddetti pannelli solari. Ad esempio, i pannelli solari possono essere disposti su almeno una porzione della superficie concava in considerazione dell'esposizione della stessa ai raggi solari.

[0056] I suddetti pannelli solari possono altresì essere disposti direttamente sul telaio di supporto nel caso in cui il robot autonomo agricolo sia sprovvisto dei mezzi di copertura descritti in precedenza.

[0057] Una delle caratteristiche importanti del robot 1 autonomo agricolo secondo la presente invenzione sono le ruote 121, 221, realizzate appositamente per svolgere la duplice funzione di trazione e di sarchiatura. Essendo la distanza tra le file preferibilmente di 280 mm, per avere un corretto ed efficace passaggio, le ruote 121, 221 dovranno essere dimensionate in modo tale da non interferire con le file di piante di riso.

[0058] Ad esempio, le ruote 121, 221 possono presentare una larghezza compresa tra 120 mm e 150 mm e un diametro compreso tra 650 mm e 800 mm.

[0059] In considerazione della dimensione delle suddette ruote 121, 221, le dimensioni del robot 1 autonomo agricolo presentano preferibilmente un ingombro totale pari a 1000 mm per ciascuna dimensione di ognuno dei tre lati, ovvero lunghezza, larghezza e altezza.

[0060] Nelle Figure 1, 3 e 4, le suddette ruote 121, 221 presentano una superficie circonferenziale provvista di elementi 501 sarchianti, consentendo contemporaneamente la movimentazione del robot 1 autonomo agricolo nonché l'operatività connessa con le operazioni di sarchiatura.

[0061] Gli elementi 501 sarchianti sono preferibilmente regolabili e sostituibili. È possibile, infatti, modificarne la disposizione in funzione della tipologia di sarchiatura da effettuare o delle condizioni della risaia entro cui operare. Gli elementi 501 sarchianti sono costituiti da una pluralità di elementi comprendenti, in configurazione alternata, un profilo lineare e un profilo frastagliato. In considerazione della possibilità di regolazione e sostituibilità dei suddetti elementi 501 sarchianti, la configurazione e il numero degli elementi sarchianti può essere soggetta alle necessarie variazioni.

[0062] Come illustrato nelle Figure allegate alla presente descrizione, le ruote 121, 221 secondo la presente forma di realizzazione comprendono una struttura 2121, 2221 a raggi che definisce il telaio delle suddette ruote 121, 221. In Figura 4 è evidente che la suddetta struttura 2121, 2221 a raggi presenta una conformazione simmetrica tale da definire una

coppia di raggi distanziati gli uni a gli altri per ciascuna ruota 121, 221. La struttura 2121, 2221 a raggi presenta quindi una fascia circonferenziale la cui larghezza definisce sostanzialmente la larghezza di ciascuna ruota 121, 221.

[0063] Le ruote 121, 221 sono quindi atte a definire un contenitore a tenuta d'acqua, come illustrato in Figura 1 e 3, in modo tale da essere riempito o svuotato rispettivamente per appesantire o alleggerire il robot 1 autonomo agricolo per risaie. In tal modo, è possibile definire l'impiego corretto in funzione delle modalità operative cui il robot 1 autonomo agricolo è destinato, ovvero alleggerito nel caso di necessità di galleggiamento o appesantito nel caso di necessità di un maggior affondamento o contatto con il terreno.

[0064] Per definire un contenitore a tenuta d'acqua, ciascuna delle ruote 121, 221 viene sigillata a tenuta d'acqua tanto sulle pareti 1121 laterali quanto sulla parete 3121, 3221 circonferenziale. In particolare la parete 1121 laterale esterna opposta al telaio 11 di supporto presenta una conformazione convessa verso l'esterno del robot 1 autonomo agricolo per risaie. La conformazione della suddetta parete 1121 laterale esterna consente di allontanare la parte apicale delle piante di riso dagli elementi 501 sarchianti.

[0065] Dunque, nelle operazioni di sarchiatura le suddette ruote 121, 221 definiscono il suddetto contenitore a tenuta d'acqua, mentre nelle operazioni di strigliatura potrebbe essere preferibile mantenere le ruote 121, 221 sprovviste delle pareti laterali 1121 e circonferenziale 3121, 3221, come illustrato in Figura 4.

[0066] A tal proposito, per effettuare le operazioni di strigliatura, il robot 1 autonomo agricolo per risaie comprende erpici 401 strigliatori accoppiati al telaio 11 di supporto in posizione contrapposta alle ruote 121, 221, come illustrato in Figura 4. Gli erpici 401 strigliatori consentono, dunque, di definire anche una fase di strigliatura nella risaia, mantenendo una larghezza non superiore alla larghezza totale del robot 1 autonomo agricolo.

[0067] Nel seguito verrà descritto il funzionamento del robot 1 agricolo autonomo nelle operazioni di sarchiatura, in cui il robot 1 agricolo autonomo è nella configurazione illustrata nelle Figure 1 e 3. Ulteriormente, verrà descritto il funzionamento del robot 1 agricolo autonomo nelle operazioni di strigliatura, in cui il robot 1 agricolo autonomo è nella configurazione illustrata in Figura 4.

[0068] La Figura 2 illustra un diagramma a blocchi relativi ai sistemi elettronici del robot 1 autonomo agricolo, utilizzabili tanto nelle operazioni di sarchiatura quanto nelle operazioni di strigliatura. In particolare, la Figura 2 illustra l'interazione tra il sistema di alimentazione, il sistema di movimentazione, il sistema di navigazione e il sistema di controllo del robot 1 autonomo agricolo per risaie secondo la presente invenzione. Ulteriormente, la Figura 2 illustra le possibilità di modifica della forma di realizzazione descritta, ovvero l'integrazione tanto di telecamere di rilevamento quanto di un sistema di posizionamento satellitare per il sistema di navigazione. Inoltre, l'integrazione di batterie e di pannelli solari per il sistema di alimentazione. Le suddette modifiche possono essere realizzate anche solo in parte o non essere realizzate, ad esempio, è possibile non prevedere i pannelli solari o il sistema di posizionamento satellitare.

[0069] Il processo di sarchiatura consiste in un'operazione meccanica che gli elementi 501 sarchianti realizzano smuovendo il terreno in risaia e bonificando il terreno da eventuali piante infestanti. Tale processo di sarchiatura dovrà, quindi, essere tempestivo e realizzato sovente in modo da tenere sempre sotto controllo le piante indesiderate senza l'impiego di elementi chimici in risaia.

[0070] Il robot 1 autonomo agricolo dovrà quindi passare a cavallo di ciascuna fila di piante di riso e mediante le relative ruote 121, 221, studiate appositamente per svolgere nel miglior modo possibile le operazioni di sarchiatura, si muoverà seguendo ciascuna fila per mezzo del sistema di navigazione atto ad identificare le file di piante di riso nelle risaie e le estremità di fine campo nelle risaie. Le telecamere di rilevamento identificano la fila di piante di riso da trattare e le relative estremità di fine campo, consentendo al robot 1 autonomo agricolo di operare senza l'ausilio di un operatore anche se le file di piante di riso non sono perfettamente allineate.

[0071] Gli elementi 501 sarchianti sono facilmente regolabili, e sostituibili ove richiesto, e consentono di tagliare e schiacciare le eventuali piante infestanti. In particolare, il taglio viene effettuato dagli elementi 501 sarchianti a profilo frastagliato, mentre lo schiacciamento viene effettuato dagli elementi 501 sarchianti a profilo lineare. I contenitori a tenuta d'acqua definiti dalle ruote 121, 221 consentono l'introduzione di liquido al loro interno per modulare il passaggio del robot 1 autonomo agricolo e, conseguentemente, le operazioni di sarchiatura a seconda delle condizioni del terreno. Infine, la conformazione convessa delle pareti 1121 laterali esterne di ciascuna ruota 121, 221 consente di operare su ciascuna fila di piante di riso con estrema precisione e allontanando la parte apicale delle eventuali piante di riso che possano fuoriuscire dalla ciascuna fila definita, mantenendo in tal modo una produttività massimizzata.

[0072] Ultimata la fila trattata, le telecamere di rilevamento identificheranno l'estremità di fine campo ove il robot 1 autonomo agricolo effettuerà lo spostamento alla fila successiva. Tale spostamento avverrà sterzando il robot 1 autonomo agricolo incrementando la velocità di rotazione della ruota 121, 221 opposta alla direzione di svolta, consentendo alla rimanente ruota 121, 221 di operare come perno di rotazione e, quindi, invertendo il senso di marcia. Il robot 1 autonomo agricolo avanzerà quindi in modalità obliqua rispetto alla fila trattata, preferibilmente perpendicolarmente alla stessa, fino ad allinearsi alla fila successiva da trattare.

[0073] Dunque, il robot 1 autonomo agricolo effettuerà un doppio passaggio sulla medesima fila, ovvero le operazioni di sarchiatura saranno effettuate dapprima mediante le ruote 121, 221 disposte su un lato del suddetto robot 1 autonomo agricolo e, successivamente, mediante le ruote 121, 221 disposte sul lato opposto dello stesso robot 1 autonomo agricolo.

[0074] Le operazioni di sarchiatura procederanno fino al completamento della risaia o fino all'esaurimento dell'energia accumulata nel sistema di alimentazione. A tal proposito, si ipotizza una superficie trattata pari a 10.000m² ogni 13 ore di lavoro continuo.

[0075] Le dimensioni del robot 1 autonomo agricolo saranno connesse alla distanza tra le file di piante di riso trapiantate descritta in precedenza e considerando anche il naturale accostamento e quindi la riduzione nel tempo della medesima distanza tra le file di piante di riso.

[0076] Oltre alle operazioni di sarchiatura effettuate con gli elementi 501 sarchianti, il passaggio del robot 1 autonomo agricolo renderà l'acqua più torbida facendo da barriera ai raggi solari e quindi da ulteriore controllo della crescita delle piante infestanti. Si potrà inoltre eseguire un buon innalzamento delle acque della risaia, terminato il periodo di attività del robot 1 autonomo agricolo, così da controllare ulteriormente le piante infestanti non desiderate.

[0077] Il sistema di navigazione potrebbe essere impiegato anche per creare una mappa accurata dei punti di semina o di trapianto di ogni pianta di riso. Ad esempio, mediante un sistema di localizzazione satellitare è possibile creare uno schema virtuale che sia poi in grado di far muovere il robot autonomo agricolo senza l'impiego di ulteriori sensori; conoscendo il punto di partenza il robot autonomo agricolo potrà muoversi tra le file di piante di riso ma anche tra le piante di riso medesime, svolgendo una azione di lavoro su tutte le direzioni.

[0078] Inoltre, le telecamere di rilevamento potrebbero essere impiegate per un controllo costante e mirato dello stato di salute della risaia e delle piante di riso in funzione del continuo passaggio tra le piante di riso. Ad esempio, le telecamere di rilevamento potranno controllare ciascuna pianta di riso e il terreno circostante, valutando lo stato di concimazione in base alla colorazione, possibilità di insorgenze di malattie, rischio di attacchi di animali nocivi e tutto quello che riguarda lo stato di salute generale della risaia.

[0079] Il processo di strigliatura superficiale del terreno viene effettuato dopo le operazioni di semina. Lo scopo delle operazioni di strigliatura consiste in un'operazione meccanica che gli erpici 401 strigliatori realizzano per estirpare piante infestanti dalla risaia.

[0080] Il robot 1 autonomo agricolo, si muoverà dapprima senza il necessario riferimento ad una specifica fila di piante di riso, in quanto le operazioni di strigliatura possono essere realizzate prima delle operazioni di semina. In seguito alla semina a file, il robot 1 autonomo agricolo si muoverà seguendo ciascuna fila per mezzo del sistema di navigazione atto ad identificare le file di piante di riso nelle risaie e le estremità di fine campo nelle risaie, come descritto in precedenza. Le telecamere di rilevamento identificano la fila di piante di riso da trattare e le relative estremità di fine campo, consentendo al robot 1 autonomo agricolo di operare senza l'ausilio di un operatore anche se le file di piante di riso non sono perfettamente allineate.

[0081] Gli elementi 501 sarchianti sono in tal caso sostituiti e regolati per facilitare la movimentazione sul terreno e consentono mediante gli elementi 501 sarchianti a profilo lineare di rompere le zolle di terreno formate. Durante le suddette operazioni, le ruote 121, 221 possono non necessitare di modularità di affondamento, ovvero potrebbe essere non necessario definire contenitori a tenuta d'acqua. Pertanto, le pareti che definiscono i contenitori a tenuta d'acqua possono essere rimosse, come illustrato in Figura 4.

[0082] Ultimata la fila trattata, le telecamere di rilevamento identificheranno l'estremità di fine campo ove il robot 1 autonomo agricolo effettuerà lo spostamento alla fila successiva. Tale spostamento avverrà sterzando il robot 1 autonomo agricolo incrementando la velocità di rotazione della ruota 121, 221 opposta al direzione di svolta, consentendo alla rimanente ruota 121, 221 di operare come perno di rotazione e, quindi, invertendo il senso di marcia.

[0083] Come descritto in precedenza per le operazioni di sarchiatura, anche le operazioni di strigliatura procederanno fino al completamento della risaia o fino all'esaurimento dell'energia accumulata nel sistema di alimentazione.

[0084] Il robot autonomo agricolo secondo la presente invenzione è, dunque, in grado di minimizzare le problematiche suddette. In particolare, il robot autonomo agricolo per risaie secondo la presente invenzione è in grado di lavorare tra le file di piante di riso in completa autonomia, anche senza il controllo diretto di un operatore, e con estrema precisione.

[0085] L'adozione di ruote dal diametro elevato oltre i 500 mm, in particolare compreso tra 650 mm e 800 mm, e con la possibilità di modularne il peso consentano di ridurre lo sforzo di rotolamento e, al contempo, una riduzione di dispendio energetico. Inoltre, la possibilità di effettuare le operazioni di sterzata senza organi appositi consente di ridurre notevolmente il peso del robot autonomo agricolo secondo la presente invenzione, nonché di aumentare il passo da terra e, dunque, la luce rispetto alle piante di riso evitando la possibilità di qualsiasi contatto e danneggiamento delle medesime nella parte apicale.

[0086] Inoltre, il robot autonomo agricolo per risaie è in grado di ottimizzare il passaggio tra le file di piante di riso, tanto in termini di numero di passaggi quanto in termini di qualità di ogni singolo passaggio, preservando le piante di riso e riducendo le possibilità di formazione di aree atte alla crescita di piante infestanti.

[0087] La possibilità di modificare la struttura delle ruote e degli elementi sarchianti consente di velocizzare le operazioni di set-up del robot autonomo agricolo, aumentando la produttività dello stesso.

[0088] Il robot autonomo agricolo secondo la presente invenzione è, dunque, completamente autonomo nelle operazioni di sarchiatura con una significativa lotta alle piante infestanti. Inoltre, la movimentazione e la sterzatura automatica contribuiscono a rendere meno pesante il lavoro di eventuali operatori a supporto.

[0089] L'impiego del robot autonomo agricolo consente, inoltre, una notevole riduzione di rumore aumentando la presenza di fauna locale in grado di contribuire alla rimozione di eventuali insetti nocivi.

Rivendicazioni

1. Robot (1) autonomo agricolo per risaie comprendente:
 - un telaio (11) di supporto;
 - almeno una coppia di ruote (121, 221) contrapposte e operativamente connesse al detto telaio (11) di supporto, in cui le dette ruote (121, 221) sono atte a movimentare il detto robot (1) autonomo agricolo e contemporaneamente sono atte a lavorare le dette risaie per le operazioni di sarchiatura o strigliatura;
 - un sistema di movimentazione operativamente connesso alle dette ruote (121, 221);
 - un sistema di navigazione atto ad identificare le file di piante di riso in dette risaie e le estremità di fine campo di dette risaie;
 - un sistema di controllo operativamente connesso al detto sistema di movimentazione e al detto sistema di navigazione;
 - un sistema di alimentazione operativamente connesso al detto sistema di movimentazione, al detto sistema di navigazione e al detto sistema di controllo;
 in cui le dette ruote (121, 221) presentano una superficie circonferenziale provvista di elementi (501) sarchianti, in cui il detto sistema di controllo è atto a controllare il detto sistema di movimentazione in funzione del detto sistema di navigazione per azionare le dette ruote (121, 221) e mantenere il detto robot (1) autonomo agricolo allineato alla detta fila di piante di riso da trattare tra le dette estremità di fine campo, e in cui il detto sistema di controllo è atto a controllare il detto sistema di movimentazione in funzione del detto sistema di navigazione per azionare le dette ruote (121, 221) e sterzare il detto robot (1) autonomo agricolo in corrispondenza della detta estremità di fine campo nella detta fila di piante di riso adiacente alla detta fila di piante di riso trattata.
2. Robot (1) autonomo agricolo per risaie secondo la rivendicazione 1, in cui le dette ruote (121, 221) sono costituite ciascuna da un contenitore a tenuta d'acqua, in cui il detto contenitore a tenuta d'acqua è atto ad essere riempito o svuotato rispettivamente per appesantire o alleggerire il detto robot (1) autonomo agricolo per risaie.
3. Robot (1) autonomo agricolo per risaie secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui le dette ruote (121, 221) comprendono una parete (1121) laterale esterna opposta al detto telaio (11) di supporto, in cui la detta parete (1121) laterale esterna presenta una conformazione convessa verso l'esterno del detto robot (1) autonomo agricolo per risaie.
4. Robot (1) autonomo agricolo per risaie secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 3, in cui i detti elementi (501) sarchianti sono regolabili e/o sostituibili.
5. Robot (1) autonomo agricolo per risaie secondo una o più delle rivendicazioni da 1 o 4, in cui le dette ruote (121, 221) sono indipendenti, e in cui il detto sistema di movimentazione comprende un motore (131) autonomo per ciascuna delle dette ruote (121, 221).
6. Robot (1) autonomo agricolo per risaie secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 5, in cui il detto sistema di navigazione comprende telecamere di rilevamento delle dette file di piante di riso da trattare e delle dette estremità di fine campo e/o un sistema di posizionamento satellitare.
7. Robot (1) autonomo agricolo per risaie secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 6, in cui il detto sistema di navigazione è atto a definire uno schema virtuale dei punti di semina o di trapianto delle piante di riso della detta risaia.
8. Robot (1) autonomo agricolo per risaie secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 7, in cui il detto sistema di alimentazione comprende pannelli solari.
9. Robot (1) autonomo agricolo per risaie secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 8, comprendente mezzi (41) di copertura atti a proteggere il detto robot (1) autonomo agricolo per risaie dagli agenti atmosferici.
10. Robot (1) autonomo agricolo per risaie secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 9, comprendente erpici (401) strigiali accoppiati al detto telaio (11) di supporto in posizione contrapposta alle dette ruote (121, 221).

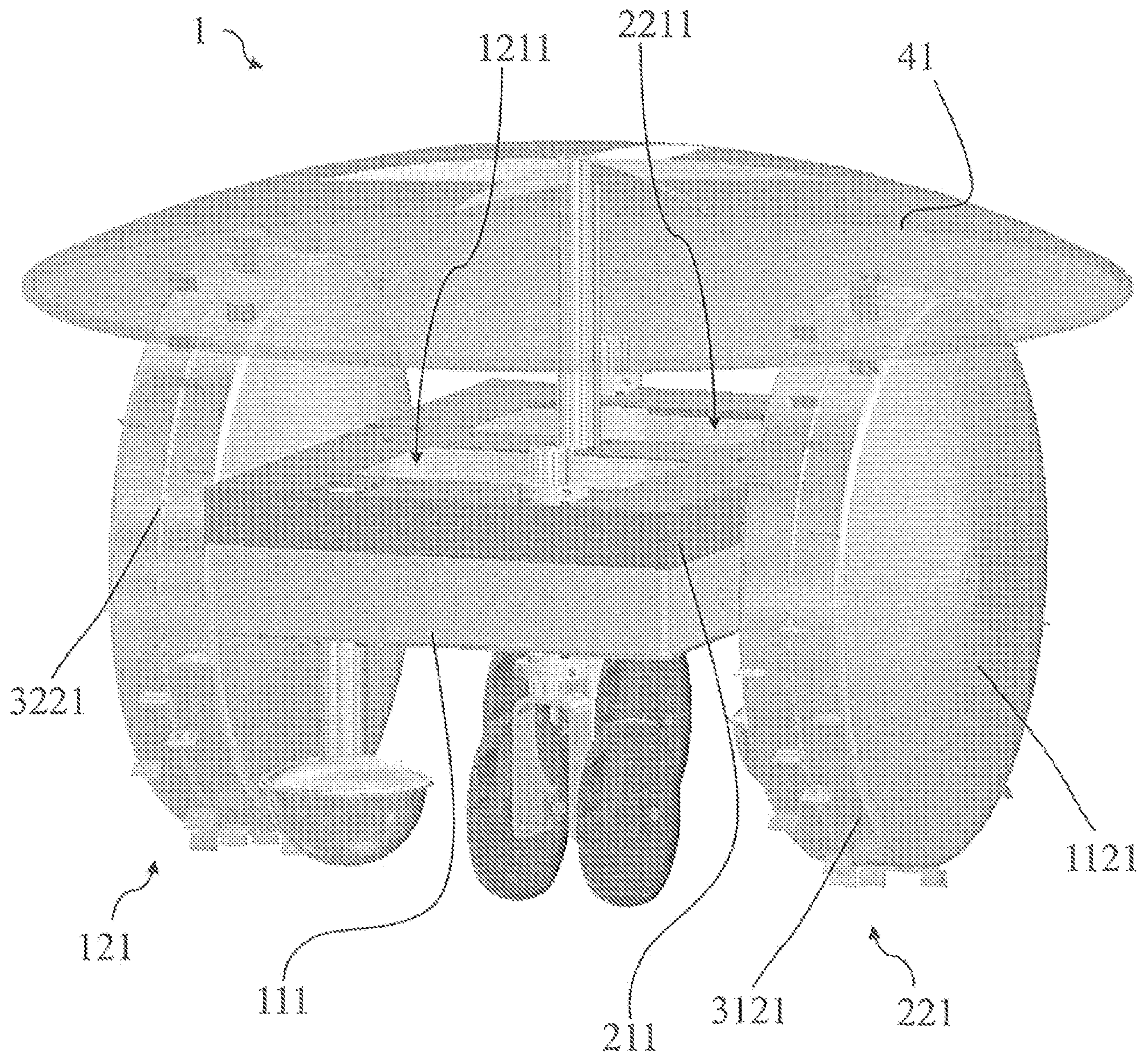


FIG. 1

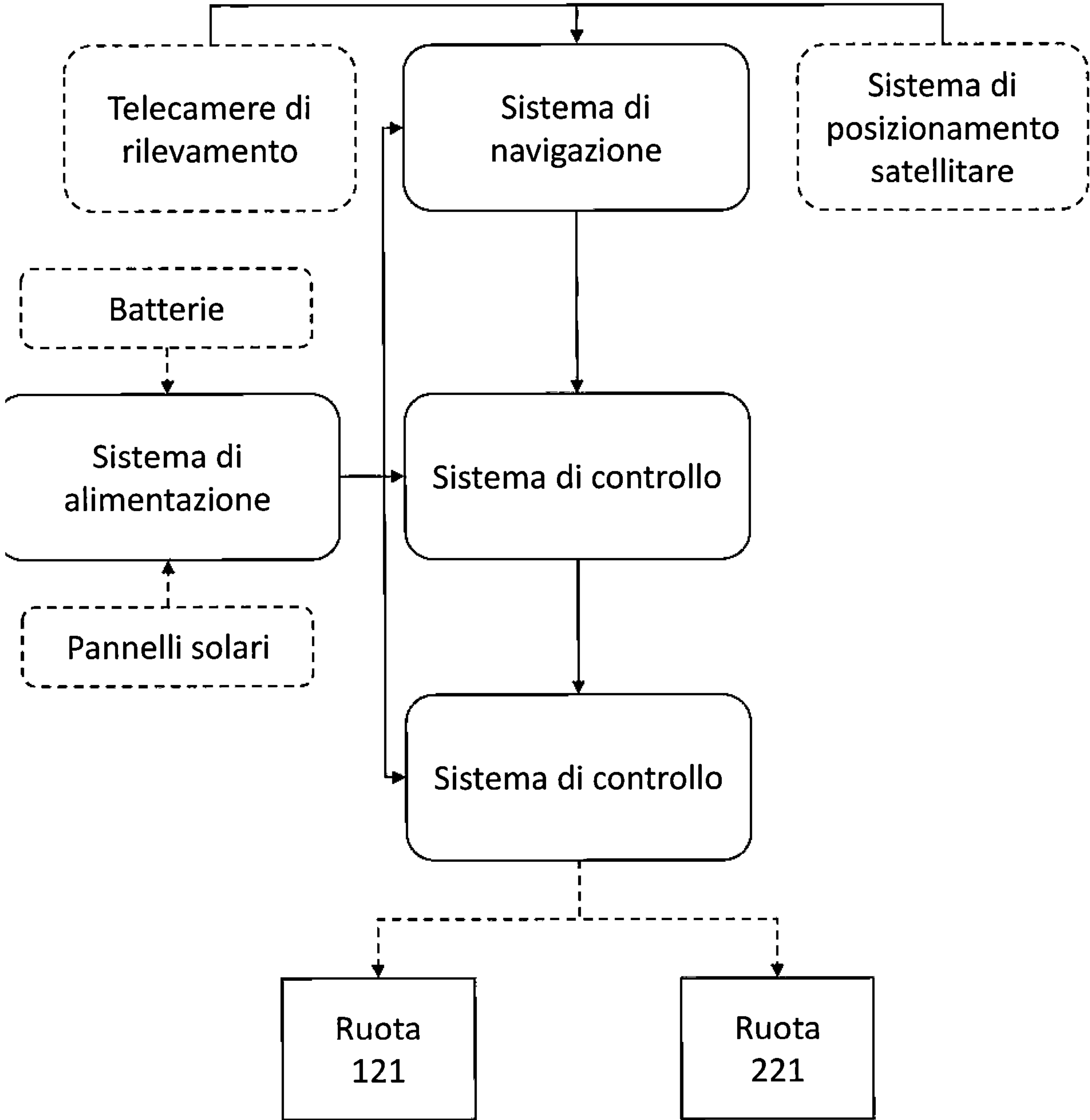


FIG. 2

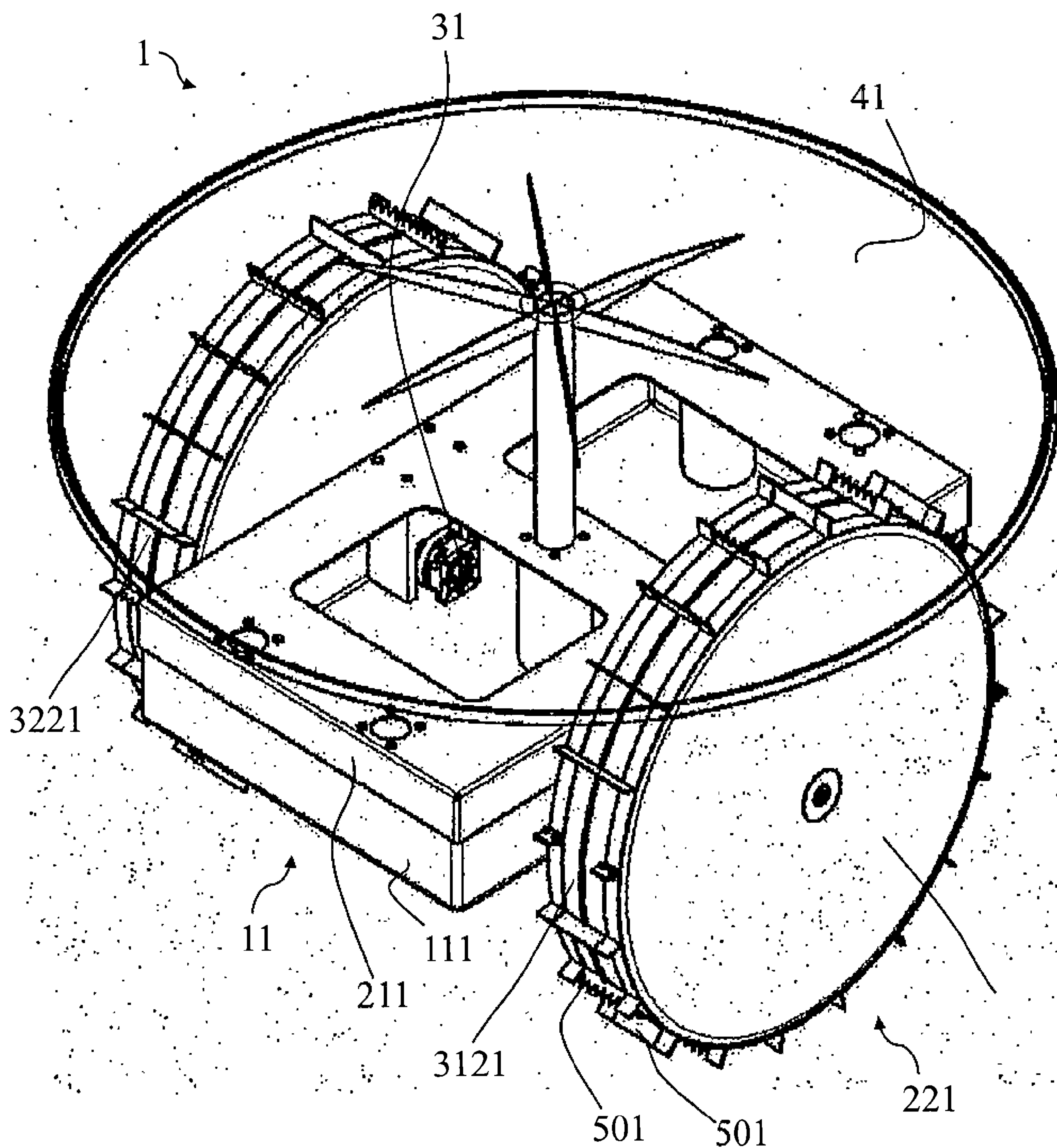


FIG. 3

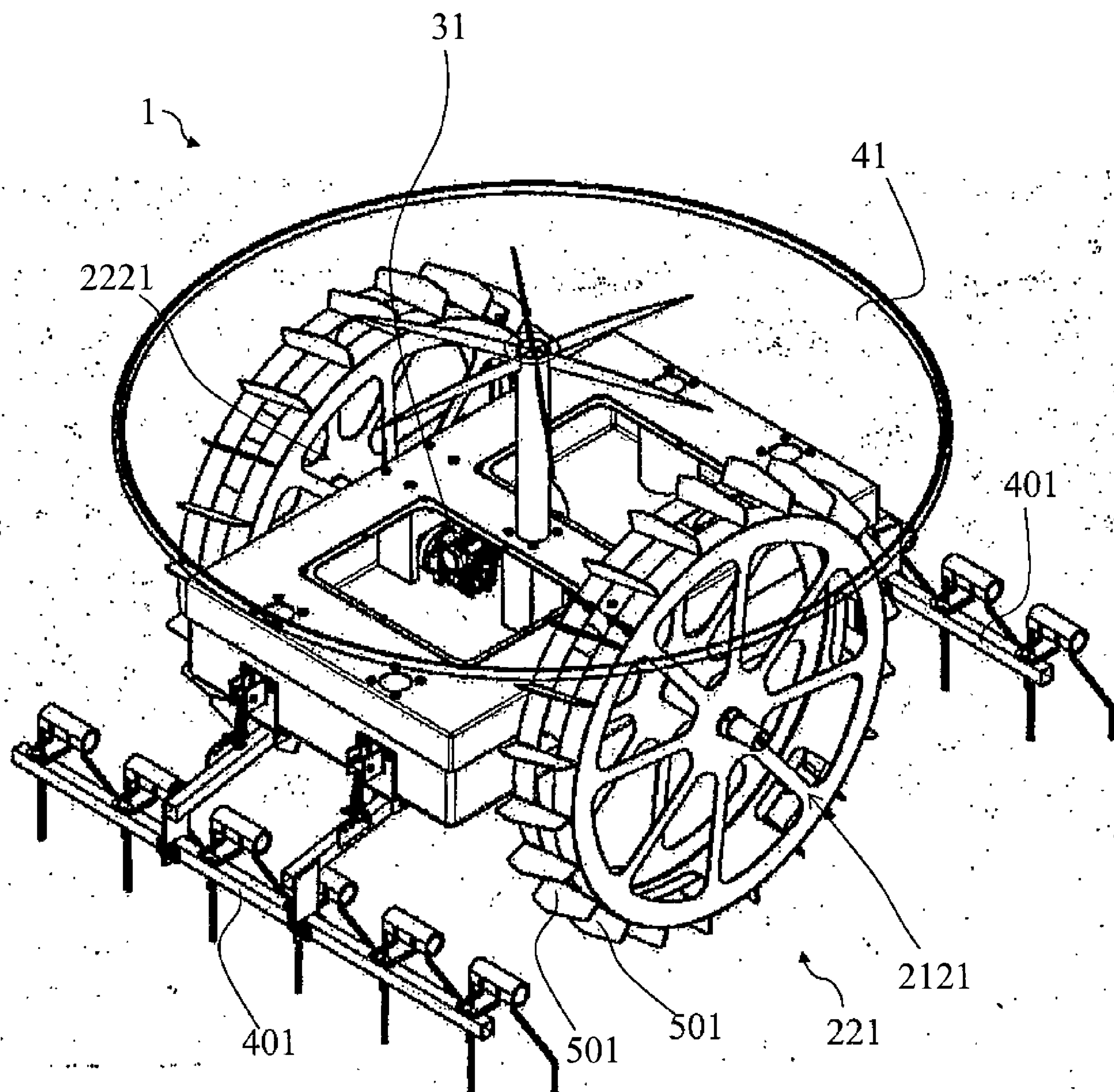


FIG. 4