

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102021000013586
Data Deposito	25/05/2021
Data Pubblicazione	25/11/2022

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	64	G	1	40

Titolo

Serbatoi dispiegabili ultrasottili per propellenti di veicoli spaziali
--

Descrizione della domanda di brevetto per invenzione industriale avente per titolo:

"Serbatoi dispiegabili ultrasottili per propellenti di veicoli spaziali"

Campo tecnico dell'invenzione

5 La presente invenzione riguarda un serbatoio per un veicolo spaziale. Il serbatoio è atto a contenere propellente. La presente invenzione riguarda inoltre un veicolo spaziale comprendente uno o più serbatoi.

Arte nota

10 Sono noti veicoli spaziali per effettuare voli spaziali. I veicoli spaziali risultano molto costosi da produrre; pertanto, nell'industria spaziale vi è un bisogno di ridurre i costi e tempi di produzione dei veicoli spaziali, chiaramente senza andare ad inficiare l'efficienza e l'affidabilità del veicolo spaziale che viene prodotto.

Come noto, il più grande problema del volo spaziale è il peso dei veicoli; tale
15 problematica è inoltre anche uno dei più grandi ostacoli per l'esplorazione dello spazio profondo, lì dove le velocità necessarie richiedono quantità di propellenti ancora maggiori per ogni unità di massa di carico utile. I veicoli spaziali sono dotati di serbatoi volti a contenere il propellente utilizzato per la propulsione dei veicoli; proprio i serbatoi sono il maggiore ostacolo all'alleggerimento del veicolo spaziale quando sono
20 necessarie grandi quantità di propellenti.

Una soluzione al problema del peso dei veicoli spaziali è rappresentata dall'impiego di serbatoi di tipo a palloncino, i quali utilizzano la pressione interna del serbatoio per garantirne la stabilità strutturale. Tuttavia, mentre questi serbatoi risultano più o meno efficaci per i tradizionali veicoli, non lo sono per un veicolo
25 commerciale a basso costo e/o di rapido riutilizzo per via delle seguenti problematiche.

I problemi principali sono relativi alla loro estrema delicatezza (i serbatoi a palloncino, se non pressurizzati, sono infatti incredibilmente sensibili a forature accidentali, carichi di ogni genere, anche minime deformazioni) e sono inoltre decisamente difficili da produrre dato il loro spessore esiguo (soprattutto su grandi
30 veicoli). Essendo composte da un semplice strato estremamente sottile di metallo, i serbatoi a palloncino noti sono inoltre prive di qualsivoglia isolamento termico, sia per le condizioni di lancio che eventualmente per il volo attraverso lo spazio profondo; questo problema affligge anche il loro riutilizzo, rendendo difficoltosa, se non addirittura impossibile in determinate condizioni, la sopravvivenza dei serbatoi in un

eventuale rientro atmosferico.

La Richiedente ha quindi concepito una nuova struttura di serbatoio, che consente di migliorare ed alleggerire i serbatoi noti per i veicoli spaziali.

5 **Scopi dell'invenzione**

Scopo principale della presente invenzione è pertanto quello di fornire un serbatoio per un veicolo spaziale in grado di superare gli inconvenienti precedentemente descritti in relazione all'arte nota.

10 Scopo della presente invenzione è pertanto quello di fornire un serbatoio per un veicolo spaziale che sia notevolmente leggero, resistente e facile ed economico da produrre.

Scopo aggiuntivo dell'invenzione è la produzione di un serbatoio che abbia caratteristiche termomeccaniche molto migliori rispetto all'attuale stato dell'arte.

15 Costituisce un ulteriore scopo della presente invenzione fornire un serbatoio per un veicolo spaziale che possa essere utilizzato più volte.

Rappresenta inoltre uno scopo dell'invenzione quello di realizzare un serbatoio ed un veicolo spaziale che possa ottimizzarne e migliorarne la logistica.

20 Questi ed altri scopi vengono raggiunti da un serbatoio, da un uso del serbatoio, da un veicolo spaziale, da un assieme di serbatoio, da un metodo di produzione di un serbatoio, da un metodo di operazione di un serbatoio e da un metodo di operazione di un veicolo spaziale in accordo alla seguente descrizione, alle allegate rivendicazioni ed ai seguenti aspetti.

Sommario dell'invenzione

25 Vengono qui descritti aspetti dell'invenzione. Qualora un aspetto e/o una rivendicazione richiami, mediante specifica dipendenza da uno o più altri aspetti o rivendicazioni e/o mediante diciture quali il/la/gli/le o detto/a/i/e e similari, uno o più elementi o fasi introdotti da un altro aspetto o rivendicazione, tale/i aspetto/i e/o tale rivendicazione/i possono essere presi in combinazione tra loro.

30 L'invenzione fornisce un serbatoio pieghevole che può assumere almeno una condizione a volume ridotto e una condizione a volume espanso grazie alla previsione di una particolare struttura stratificata del mantello. La struttura stratificata del mantello che consente la deformabilità del mantello è parzialmente in tessuto e parzialmente in materiale plastico e/o polimerico e plasticamente deformabile.

Seguono aspetti numerati dell'invenzione.

1. Serbatoio per un veicolo spaziale, il serbatoio presentando un corpo di contenimento atto a contenere propellente, il corpo di contenimento definendo un volume interno e avendo una struttura stratificata, la struttura stratificata prevedendo

5 almeno:

- uno strato principale,
- uno strato di impermeabilizzazione disposto internamente rispetto allo strato principale,

10 il corpo di contenimento essendo configurato per assumere almeno una prima condizione avente un primo volume interno ed una seconda condizione avente un secondo volume interno differente dal primo volume interno.

2. Aspetto secondo l'aspetto 1, in cui lo strato principale è in tessuto.

3. Aspetto secondo l'aspetto 1 o 2, il volume interno essendo variabile.

4. Aspetto secondo l'aspetto 1 o 2 o 3, in cui lo strato principale essendo in tessuto.

15 5. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, il serbatoio sviluppandosi lungo una direzione prevalente di sviluppo.

6. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui il serbatoio comprende un mantello avente detta struttura stratificata.

20 7. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui lo strato principale comprende una pluralità di bande in tessuto.

8. Serbatoio per un veicolo spaziale, il serbatoio sviluppandosi lungo una direzione prevalente di sviluppo e presentando un corpo di contenimento atto a contenere propellente, il corpo di contenimento definendo un volume interno e comprendendo un mantello avente una struttura stratificata, la struttura stratificata prevedendo almeno:

- 25
- uno strato principale, lo strato principale essendo in tessuto,
 - uno strato di impermeabilizzazione disposto internamente rispetto allo strato principale,

30 in cui il volume interno è variabile ed il corpo di contenimento è configurato per assumere almeno una prima condizione avente un primo volume interno ed una seconda condizione avente un secondo volume interno differente dal primo volume interno,

ed in cui lo strato principale comprende una pluralità di bande in tessuto.

9. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui lo strato di

impermeabilizzazione è affacciato al volume interno.

10. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui il mantello definisce una superficie laterale del corpo di contenimento.

11. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui il corpo di contenimento è
5 configurato per passare dalla prima alla seconda condizione, o viceversa, per deformazione della struttura stratificata.

12. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui le bande sono elementi in tessuto separati tra loro, i quali sono impegnati a definire il mantello del corpo di contenimento.

10 13. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui ciascuna banda definisce una porzione longitudinale del mantello.

14. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui il corpo di contenimento presenta una conformazione a solido di rivoluzione.

15 15. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui il corpo di contenimento è sostanzialmente cilindrico o troncoconico.

16. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, la struttura stratificata presentando un singolo strato in tessuto.

17. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui il singolo strato in tessuto presenta bande in tessuto almeno parzialmente sovrapposte tra loro.

20 18. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui lo strato di impermeabilizzazione è a diretto contatto con lo strato principale.

19. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui la struttura stratificata è almeno parzialmente deformabile, in particolare plasticamente deformabile.

25 20. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, il corpo di contenimento essendo configurato per passare tra la prima condizione e la seconda condizione mediante deformazione, in particolare deformazione plastica, almeno parziale del mantello.

21. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui lo strato di impermeabilizzazione è deformabile, in particolare plasticamente deformabile.

30 22. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui lo strato di impermeabilizzazione è in materiale plastico e/o polimerico.

23. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui lo strato di impermeabilizzazione consente la deformazione plastica della struttura stratificata.

24. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui bande adiacenti sono almeno parzialmente sovrapposte tra loro.

25. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui le bande del mantello sono sovrapposte tra loro in accordo ad un determinato schema di sovrapposizione, opzionalmente ad un determinato schema di sovrapposizione ricorrente lungo lo sviluppo circonferenziale del mantello.
- 5 26. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui lo schema di sovrapposizione può essere di tipo continuo o alternato.
27. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui lo schema di sovrapposizione prevede che una banda presenti entrambe le porzioni longitudinali disposte internamente rispetto alle bande adiacenti.
- 10 28. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui lo schema di sovrapposizione prevede che una banda presenti una porzione longitudinale disposta internamente rispetto ad una prima banda adiacente ed una porzione longitudinale disposta esternamente rispetto ad una seconda banda adiacente contrapposte rispetto alla prima banda adiacente.
- 15 29. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui le bande presentano porzioni longitudinali, le porzioni longitudinali di bande adiacenti essendo almeno parzialmente sovrapposte tra loro.
30. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui le bande si sviluppano parallelamente tra loro.
- 20 31. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui le bande sono bande longitudinali.
32. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui le bande si sviluppano longitudinalmente lungo, preferibilmente parallelamente a, detta direzione prevalente di sviluppo.
- 25 33. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui le fibre sono disposte, in particolare intrecciate, secondo una determinata trama o motivo.
34. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui ciascuna banda in tessuto comprende fibre intrecciate tra loro lungo due o più direzioni.
35. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui le fibre costituiscono
30 materiale di rinforzo configurato per conferire alla struttura stratificata caratteristiche di resistenza strutturale.
36. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui il serbatoio è di tipo ripiegabile.
37. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui la prima condizione è una

condizione a volume ridotto, la seconda condizione è una condizione a volume espanso.

38. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, il secondo volume essendo almeno tre volte, preferibilmente almeno cinque volte, maggiore del primo volume interno.

39. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui la struttura stratificata è configurata per sopportare una pressione interna la quale è funzione del tipo di propellente destinato ad essere contenuto nel serbatoio.

40. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui la struttura stratificata comprende uno strato di isolamento termico configurato per isolare termicamente il serbatoio in condizioni d'uso, lo strato di isolamento termico essendo esterno rispetto allo strato principale.

41. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui lo strato di impermeabilizzazione è atto a rendere la struttura stratificata impermeabile a propellente.

42. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui lo strato di impermeabilizzazione è in materiale impermeabile a propellente.

43. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui lo strato di isolamento termico e lo strato principale presentano un rispettivo spessore, lo spessore dello strato di isolamento termico essendo minore dello spessore dello strato principale.

44. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui lo strato principale è a diretto contatto con lo strato di isolamento termico.

45. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui la struttura stratificata è configurata per consentire il passaggio del corpo di contenimento dalla prima condizione alla seconda condizione, e viceversa, una pluralità di volte.

46. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui il serbatoio comprende un sistema di giunzione configurato per vincolare tra loro bande in tessuto adiacenti.

47. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui il sistema di giunzione non prevede l'uso di cuciture.

48. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui il sistema di giunzione è privo di saldature e di filettature.

49. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui il sistema di giunzione comprende una pluralità di dispositivi di giunzione, preferibilmente di tipo meccanico, distribuiti in corrispondenza di una pluralità di punti di giunzione del corpo di

contenimento.

50. Aspetto secondo l'aspetto 49, in cui ciascun dispositivo di giunzione essendo configurato per vincolare tra loro porzioni, in particolare porzioni longitudinali, di bande adiacenti, dette porzioni essendo dislocate in corrispondenza del punto nel quale il
5 dispositivo di giunzione è dislocato.
51. Aspetto secondo l'aspetto 49 o 50, in cui ciascun dispositivo di giunzione comprende almeno un elemento di vincolo atto a vincolare tra loro porzioni sovrapposte di bande adiacenti.
52. Aspetto secondo l'aspetto 51, in cui l'elemento di vincolo presenta una
10 lunghezza almeno pari al doppio dello spessore di una banda in tessuto.
53. Aspetto secondo l'aspetto 51 o 52, in cui l'elemento di vincolo è trasversale, in particolare ortogonale, alle porzioni delle bande adiacenti che vincola e attraversa entrambe le bande.
54. Aspetto secondo l'aspetto 51 o 52 o 53, in cui detto elemento di vincolo
15 comprende un rivetto.
55. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui lo strato di impermeabilizzazione comprende materiale di impermeabilizzazione.
56. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui il tessuto presenta uno sviluppo continuo.
- 20 57. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, lo strato principale definendo il volume interno.
58. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui la struttura stratificata è una struttura stratificata deformabile.
59. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui la struttura stratificata è una
25 struttura stratificata plasticamente deformabile.
60. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui la deformabilità della struttura stratificata deformabile è dovuta almeno allo strato principale in materiale plasticamente deformabile.
61. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui la prima condizione è una
30 condizione a volume ridotto, la riduzione di volume essendo definita relativamente alla seconda condizione.
62. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui la seconda condizione è una condizione a volume maggiore, il volume essendo maggiore relativamente alla prima condizione.

63. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui lo strato principale è almeno parzialmente in materiale impermeabile a propellente per veicolo spaziale, in particolare al propellente destinato ad essere contenuto nel serbatoio.
64. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui lo strato di isolamento termico è configurato per resistere a temperature elevate, ossia a temperature superiori a 500 K.
65. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui lo strato di isolamento termico comprende elementi sferici.
66. Aspetto secondo l'aspetto 65, in cui gli elementi sferici presentano una dimensione caratteristica di almeno un ordine di grandezza minore dello spessore dello strato di isolamento termico.
67. Aspetto secondo l'aspetto 65 o 66, in cui gli elementi sferici presentano una dimensione caratteristica nell'ordine di grandezza dei micrometri o dei nanometri.
68. Aspetto secondo l'aspetto 65 o 66 o 67, in cui gli elementi sferici sono in diossido di silicio (silice) o in triossido di alluminio (allumina).
69. Aspetto secondo uno degli aspetti da 65 a 68, in cui gli elementi sferici sono sferule.
70. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui lo strato di isolamento termico comprende una vernice.
71. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui la vernice è almeno parzialmente ceramica.
72. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui la vernice è a base ceramica.
73. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui la struttura stratificata presenta uno spessore compreso tra 10 e 7.500 micrometri, in particolare tra 20 e 5.000 micrometri.
74. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui lo strato principale ha uno spessore compreso tra 5 e 4500 micrometri.
75. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui la struttura stratificata comprende inoltre uno strato di rivestimento esterno configurato per fungere da interfaccia termica tra un ambiente esterno disposto all'esterno del serbatoio ed il serbatoio stesso.
76. Aspetto secondo l'aspetto 75, in cui lo strato di isolamento termico è disposto tra lo strato principale e lo strato di rivestimento esterno.

77. Aspetto secondo l'aspetto 75 o 76, in cui lo strato di rivestimento esterno è in materiale almeno parzialmente riflettente a radiazioni cui il serbatoio è sottoposto in condizioni operative, in particolare almeno parzialmente riflettente a radiazioni infrarosse e a radiazioni di lunghezza d'onda nel campo del visibile.
- 5 78. Aspetto secondo l'aspetto 75 o 76 o 77, in cui per fungere da interfaccia termica si intende gestire, in condizioni operative, uno scambio termico tra un ambiente esterno disposto all'esterno del serbatoio ed il serbatoio stesso.
79. Aspetto secondo uno degli aspetti da 75 a 78, in cui lo strato di rivestimento esterno è in vernice riflettente.
- 10 80. Aspetto secondo uno degli aspetti da 75 a 79, in cui lo strato di rivestimento esterno è di natura organica.
81. Aspetto secondo uno degli aspetti da 75 a 80, in cui lo strato di rivestimento esterno è di natura inorganica.
82. Aspetto secondo uno degli aspetti da 75 a 81, in cui lo strato di rivestimento
15 esterno è lo strato più esterno della struttura stratificata.
83. Aspetto secondo uno degli aspetti da 75 a 82, in cui lo strato di rivestimento esterno definisce una superficie esterna del serbatoio.
84. Aspetto secondo uno degli aspetti da 75 a 83, in cui lo strato di rivestimento
20 esterno presenta uno spessore nell'ordine di grandezza di una o più decine di micrometri.
85. Aspetto secondo uno degli aspetti da 75 a 84, in cui lo spessore dello strato di rivestimento esterno è compreso tra 10 e 30 micrometri.
86. Aspetto secondo uno degli aspetti da 75 a 85, in cui lo spessore dello strato di rivestimento esterno è di circa 20 micrometri.
- 25 87. Aspetto secondo uno degli aspetti precedenti, in cui la struttura stratificata comprende inoltre uno strato di rivestimento interno affacciato al volume interno e configurato per entrare in contatto, in condizioni operative, con il propellente alloggiato nel serbatoio.
88. Aspetto secondo l'aspetto 87, lo strato di rivestimento interno essendo uno
30 strato di compatibilità, lo strato di compatibilità essendo compatibile, dal punto di vista delle interazioni chimiche e/o fisiche, con il propellente con il quale è destinato ad entrare in contatto.
89. Aspetto secondo l'aspetto 87 o 88, lo strato di rivestimento interno presenta uno spessore nell'ordine di grandezza di una o più decine di micrometri.

90. Aspetto secondo l'aspetto 87 o 88 o 89, in cui lo spessore dello strato di rivestimento interno è compreso tra 10 e 30 micrometri.
91. Aspetto secondo uno degli aspetti da 87 a 90, in cui lo spessore dello strato di rivestimento interno è di circa 20 micrometri.
- 5 92. Aspetto secondo uno degli aspetti da 87 a 91, in cui lo strato di rivestimento interno e lo strato di isolamento termico sono impegnati rispettive superfici contrapposte dello strato principale.
93. Aspetto secondo uno degli aspetti da 87 a 92, in cui lo strato di rivestimento interno e lo strato di isolamento termico sono a diretto contatto con rispettive superfici
- 10 contrapposte dello strato principale.
94. Aspetto secondo uno qualsiasi degli aspetti precedenti, in cui la struttura stratificata presenta, procedendo dal volume interno a un ambiente esterno disposto all'esterno del serbatoio: uno strato di rivestimento interno, lo strato principale, uno strato di isolamento termico e uno strato di rivestimento esterno.
- 15 95. Aspetto secondo uno qualsiasi degli aspetti precedenti, in cui il serbatoio comprende almeno un dispositivo di interfaccia configurato per interfacciare il serbatoio ad un altro serbatoio e/o a ulteriori componenti del veicolo spaziale in cui detto serbatoio è destinato ad essere installato.
96. Aspetto secondo uno qualsiasi degli aspetti precedenti, in cui il tessuto presenta
- 20 uno sviluppo continuo tra dispositivi di interfaccia, in particolare tra dispositivi di interfaccia adiacenti o consecutivi disposti lungo una direzione di sviluppo prevalente e/o assiale del mantello.
97. Aspetto l'aspetto 95 o 96, in cui il mantello si sviluppa lungo detta direzione prevalente di sviluppo tra una prima ed una seconda estremità contrapposte, almeno
- 25 una tra dette estremità essendo aperta, detto almeno un dispositivo di interfaccia essendo disposto in corrispondenza di detta almeno una estremità aperta e chiudendo detta estremità aperta,
- opzionalmente sia la prima che la seconda estremità del mantello sono aperte, il serbatoio comprendendo un primo ed un secondo dispositivo di interfaccia configurati
- 30 per coprire rispettivamente la prima e la seconda estremità.
98. Aspetto l'aspetto 95 o 96 o 97, in cui ciascun dispositivo di interfaccia comprende una sede configurata per alloggiare un'estremità del mantello del corpo di contenimento.
99. Aspetto secondo uno qualsiasi degli aspetti precedenti, in cui ciascuna

estremità del mantello è alloggiata in corrispondenza di una sede di un rispettivo dispositivo di interfaccia.

100. Aspetto secondo uno qualsiasi degli aspetti precedenti, in cui ciascun dispositivo di interfaccia comprende una prima flangia ed una seconda flangia disposta internamente rispetto alla prima flangia ad una determinata distanza dalla prima flangia, la distanza definendo un'intercapedine, la sede essendo definita in corrispondenza dell'intercapedine tra la prima e la seconda flangia.
101. Aspetto secondo uno qualsiasi degli aspetti precedenti, in cui la prima e la seconda flangia si sviluppano circonferenzialmente.
102. Aspetto secondo uno qualsiasi degli aspetti precedenti, in cui la sede è una sede circonferenziale.
103. Aspetto secondo uno qualsiasi degli aspetti precedenti, in cui le flange di un dispositivo di interfaccia e la rispettiva estremità del mantello sono impegnati tra loro, preferibilmente mediante elementi di impegno.
104. Aspetto secondo uno qualsiasi degli aspetti precedenti, in cui gli elementi di impegno sono elementi filettati.
105. Aspetto secondo uno qualsiasi degli aspetti precedenti, in cui le flange di ciascun dispositivo di interfaccia e la rispettiva estremità del mantello sono dotati di fori, preferibilmente fori filettati, in corrispondenza dei quali sono impegnati gli elementi filettati.
106. Aspetto secondo uno qualsiasi degli aspetti precedenti, in cui ciascun dispositivo di interfaccia prevede un materiale sigillante configurato per impedire trafileamenti di propellente.
107. Aspetto secondo uno qualsiasi degli aspetti precedenti, in cui il materiale sigillante comprende una guarnizione, preferibilmente chimicamente compatibile con il propellente destinato ad essere alloggiato nel serbatoio.
108. Aspetto secondo uno qualsiasi degli aspetti precedenti, in cui il serbatoio comprende una linea di distribuzione di propellente o una porzione di una linea di distribuzione di propellente attraversante almeno parzialmente detto volume interno, la linea di distribuzione di propellente definendo un condotto nel quale può fluire propellente.
109. Aspetto secondo uno qualsiasi degli aspetti precedenti, in cui la linea di distribuzione di propellente è almeno parzialmente nello stesso materiale della matrice.
110. Aspetto secondo uno qualsiasi degli aspetti precedenti, in cui la linea di

distribuzione di propellente presenta uno strato nello stesso materiale della matrice.

111. Aspetto secondo uno qualsiasi degli aspetti precedenti, in cui la linea di distribuzione di propellente presenta una struttura stratificata dotata di:

- detto strato nello stesso materiale della matrice,
- uno strato di rivestimento interno atto ad entrare in contatto con propellente, lo strato di rivestimento interno essendo disposto internamente rispetto a detto strato ed affacciato al condotto,
- uno strato di rivestimento esterno atto ad entrare in contatto con propellente, lo strato di rivestimento esterno essendo disposto all'esterno di detto strato.

112. Aspetto secondo uno qualsiasi degli aspetti precedenti, in cui lo strato di rivestimento interno e lo strato di rivestimento esterno essendo strati di compatibilità, ciascuno strato di compatibilità essendo compatibile, dal punto di vista delle interazioni chimiche e/o fisiche, con il propellente con il quale è destinato ad entrare in contatto.

113. Aspetto secondo uno qualsiasi degli aspetti precedenti, in cui il serbatoio comprende un sistema di pressurizzazione configurato per determinare il passaggio del corpo di contenimento dalla prima condizione alla seconda condizione, opzionalmente il sistema di pressurizzazione essendo configurato per determinare il passaggio del corpo di contenimento dalla prima condizione alla seconda condizione mediante immissione di combustibile in detto volume interno.

114. Aspetto secondo uno qualsiasi degli aspetti precedenti, in cui il corpo di contenimento è configurato per passare dalla seconda condizione alla prima condizione a seguito di rilascio della pressione interna del serbatoio.

115. Aspetto secondo uno qualsiasi degli aspetti precedenti, in cui la struttura stratificata si sviluppa continuamente lungo lo sviluppo del mantello.

116. Aspetto secondo uno qualsiasi degli aspetti precedenti, in cui il serbatoio è di tipo pressorinforzato.

117. Aspetto secondo uno qualsiasi degli aspetti precedenti, in cui il serbatoio presenta una struttura la cui resistenza ai carichi deriva principalmente o interamente dalla tensione del mantello.

118. Uso del serbatoio in accordo a uno qualsiasi dei precedenti aspetti e/o delle allegate rivendicazioni di serbatoio per contenere propellente.

119. Assieme di serbatoio comprendente:

- un primo serbatoio,
- un secondo serbatoio,

ciascun serbatoio essendo in accordo a uno qualsiasi dei precedenti aspetti e/o delle allegate rivendicazioni di serbatoio,

5 il primo ed il secondo serbatoio essendo accoppiati.

120. Aspetto secondo l'aspetto 119, ciascun serbatoio comprendendo una porzione di interfaccia configurata per accoppiare tra loro il primo ed il secondo serbatoio.

121. Veicolo spaziale comprendente almeno un serbatoio per contenere propellente in accordo a uno qualsiasi dei precedenti aspetti e/o delle allegate rivendicazioni di
10 serbatoio.

122. Veicolo spaziale comprendente:

- un corpo scatolare a forma allungata sviluppantesi lungo una direzione prevalente di sviluppo,
- almeno un serbatoio in accordo a uno qualsiasi dei precedenti aspetti e/o delle
15 allegate rivendicazioni di serbatoio, il serbatoio essendo configurato per contenere propellente.

123. Aspetto secondo l'aspetto 122, detto almeno un serbatoio definendo almeno parzialmente il corpo scatolare.

20 124. Aspetto secondo l'aspetto 122 o 123, in cui il veicolo comprende un primo ed un secondo serbatoio, ciascun serbatoio essendo in accordo a uno qualsiasi dei precedenti aspetti e/o delle allegate rivendicazioni di serbatoio e definendo una rispettiva porzione di corpo scatolare.

125. Aspetto secondo l'aspetto 124, in cui il primo ed il secondo serbatoio sono disposti consecutivamente lungo la direzione prevalente di sviluppo.

25 126. Aspetto secondo uno degli aspetti da 122 a 125, in cui il veicolo comprende inoltre una sezione motrice.

127. Aspetto secondo l'aspetto 126, in cui il serbatoio è in comunicazione di fluido con la sezione motrice in modo tale da alimentare, in condizioni operative del veicolo spaziale, la sezione motrice con propellente contenuto in detto almeno un serbatoio.

30 128. Aspetto secondo uno degli aspetti da 122 a 127, in cui il mantello del corpo di contenimento forma una parete esterna del corpo scatolare.

129. Aspetto secondo uno degli aspetti da 122 a 128, in cui il veicolo comprende almeno una linea di distribuzione di propellente attraversante almeno parzialmente il

volume interno del serbatoio.

130. Aspetto secondo uno degli aspetti da 122 a 129, in cui il veicolo comprende inoltre:

- un ulteriore serbatoio atto ad alloggiare propellente, in particolare un ulteriore serbatoio in accordo a uno qualsiasi dei precedenti aspetti e/o delle allegate rivendicazioni di serbatoio, e
- almeno un componente cui è destinato il propellente alloggiato in detto ulteriore serbatoio,

il serbatoio essendo interposto tra l'ulteriore serbatoio e detto componente, la linea di distribuzione di propellente ponendo in comunicazione di fluido detto ulteriore serbatoio con detto componente.

131. Aspetto secondo l'aspetto 130, in cui detto almeno un componente è o comprende un motore, preferibilmente un motore a razzo.

132. Aspetto secondo uno degli aspetti da 122 a 131, in cui il veicolo è un veicolo a singolo stadio.

133. Metodo di produzione di un serbatoio in accordo a uno qualsiasi dei precedenti aspetti e/o delle allegate rivendicazioni di serbatoio, il metodo comprendendo almeno le fasi di:

- disporre bande in tessuto a formare uno strato in tessuto, lo strato in tessuto formando un mantello di un corpo di contenimento di un serbatoio,
- impegnare uno strato di impermeabilizzazione allo strato in tessuto in modo tale che lo strato di impermeabilizzazione sia interno rispetto allo strato in tessuto.

134. Aspetto secondo l'aspetto 133, in cui la fase di disporre bande in tessuto a formare uno strato in tessuto comprende impegnare tra loro bande in tessuto, preferibilmente mediante un sistema di giunzione meccanico.

135. Aspetto secondo l'aspetto 134, in cui la fase di impegnare tra loro bande in tessuto comprende sovrapporre porzioni longitudinali di bande in tessuto adiacenti.

136. Aspetto secondo l'aspetto 134 o 135, in cui la fase di impegnare tra loro bande in tessuto comprende impegnare tra loro bande in tessuto adiacenti, preferibilmente mediante uno o più dispositivi di giunzione.

137. Aspetto secondo l'aspetto 134 o 135 o 136, in cui la fase di impegnare tra loro bande in tessuto non prevede di cucire tra loro le bande in tessuto.

138. Aspetto secondo uno degli aspetti da 133 a 137, in cui il metodo di produzione

di un serbatoio non prevede di usare o realizzare cuciture per la realizzazione del mantello del serbatoio.

139. Aspetto secondo uno degli aspetti da 133 a 138, in cui il metodo comprende la fase di impegnare un dispositivo di interfaccia in corrispondenza di ciascuna estremità aperta del mantello.

140. Metodo di operazione di un serbatoio comprendente almeno le seguenti fasi:

- predisporre almeno un serbatoio in accordo a uno qualsiasi dei precedenti aspetti e/o delle allegate rivendicazioni di serbatoio, il serbatoio essendo nella prima condizione o nella seconda condizione,
- determinare la transizione di detto serbatoio dalla prima condizione alla seconda condizione o viceversa.

141. Metodo di operazione di un veicolo spaziale comprendente almeno le seguenti fasi:

- predisporre almeno un veicolo spaziale in accordo a uno qualsiasi dei precedenti aspetti e/o delle allegate rivendicazioni di veicolo spaziale, il veicolo spaziale essendo in una prima condizione a volume ridotto o in una seconda condizione a volume espanso,
- determinare la transizione di detto veicolo spaziale dalla prima condizione alla seconda condizione o viceversa.

142. Aspetto secondo l'aspetto 141, in cui la fase di determinare la transizione di detto veicolo spaziale dalla prima condizione alla seconda condizione o viceversa comprende determinare la transizione di ciascun serbatoio del veicolo spaziale dalla prima condizione alla seconda condizione o viceversa.

143. Aspetto secondo l'aspetto 140 o 141 o 142, in cui la fase di determinare la transizione di detto o ciascun serbatoio dalla prima condizione alla seconda condizione o viceversa comprende deformare plasticamente la struttura stratificata.

144. Aspetto secondo l'aspetto 143, in cui la fase di deformare plasticamente la struttura stratificata prevede di deformare plasticamente lo strato principale della struttura stratificata.

145. Aspetto secondo uno qualsiasi degli aspetti precedenti, in cui il serbatoio è di tipo ultrasottile.

146. Aspetto secondo uno qualsiasi degli aspetti precedenti, in cui il mantello del corpo di contenimento è privo di cuciture.

Convenzioni e definizioni

Si noti che nella seguente descrizione dettagliata parti corrispondenti sono indicate con gli stessi riferimenti numerici. Le figure potrebbero illustrare l'oggetto dell'invenzione tramite rappresentazioni non in scala; pertanto, parti e componenti illustrate nelle allegate figure e relativi all'oggetto dell'invenzione potrebbero riguardare esclusivamente rappresentazioni schematiche. Nel contesto della presente trattazione, l'uso di termini quali "sopra", "superiore", "superiormente", "sotto", "inferiore", "inferiormente", "di fianco", "laterale", "lateralmente", "interno", "internamente", "esterno", "esternamente", "orizzontale", "orizzontalmente", "verticale", "verticalmente", "frontale", "frontalmente", "posteriore", "posteriormente", "destro", "sinistro", termini simili e relative varianti si riferisce, salvo differenti indicazioni specifiche, ad almeno un orientamento spaziale che l'oggetto dell'invenzione può assumere in condizioni d'uso. Salvo differenti indicazioni specifiche, i termini "condizione" o "configurazione" possono essere usati intercambiabilmente nel contesto della presente trattazione

Nel contesto della presente trattazione sono applicabili, all'occorrenza e salvo ove diversamente indicato, una o più delle seguenti definizioni e convenzioni:

- per "serbatoio" si intende un qualsiasi contenitore configurato e/o concepito per contenere uno o più propellenti, preferibilmente un determinato propellente;
- per "ambiente esterno" si intende l'ambiente esterno al serbatoio;
- per "volume interno" si intende il volume definito dal serbatoio, nel quale può essere alloggiato propellente;
- ove applicabile, per espressioni quali "interno", "internamente", "esterno", "esternamente" e simili si intende la disposizione relativa di uno o più elementi o strati rispetto ad un altro elemento o strato lungo una direzione definita tra il volume interno e l'ambiente esterno al serbatoio; con riferimento al serbatoio, complessivamente, l'interno corrisponde al volume interno definito dal corpo di contenimento e l'esterno corrisponde all'ambiente esterno definito fuori dal serbatoio. Il volume interno è quindi definito all'interno della struttura stratificata del serbatoio e l'ambiente esterno è definito all'esterno della struttura stratificata;

- per “strato o materiale di impermeabilizzazione” si intende uno strato o materiale impermeabile al propellente destinato ad essere contenuto nel serbatoio;
- per “strato principale” si intende lo strato della struttura stratificata configurato per fornire resistenza strutturale al corpo di contenimento. In condizioni d’uso del serbatoio, lo strato principale fornisce sostegno e consente la distribuzione dei carichi agenti sul corpo di contenimento.

Breve descrizione dei disegni

Per meglio comprendere l’invenzione ed apprezzarne i vantaggi vengono di seguito descritte, a titolo esemplificativo e non limitativo, alcune sue forme di realizzazione facendo riferimento alle figure annesse, in cui:

la figura 1 illustra un serbatoio secondo una forma di realizzazione dell’invenzione;

la figura 2 illustra un assieme di serbatoio dotato di un primo serbatoio e un secondo serbatoio secondo una forma di realizzazione dell’invenzione; l’assieme di serbatoio presenta una linea di distribuzione di propellente configurata per distribuire propellente attraverso il primo serbatoio;

la figura 3 illustra una vista dall’alto, in sezione, del mantello del serbatoio in accordo alla presente invenzione, dove è mostrata la struttura stratificata in cui una prima e una seconda banda in tessuto dello strato principale sono impegnate tra loro mediante un dispositivo di giunzione;

la figura 4A illustra un serbatoio secondo la presente invenzione in una prima condizione a volume ridotto;

la figura 4B illustra il serbatoio di figura 4A dopo essere passato, a seguito di dispiegamento mediante pressurizzazione, in una seconda condizione a volume espanso;

la figura 5A illustra un veicolo spaziale comprendente due serbatoi in accordo all’invenzione; entrambi i serbatoi sono nella prima condizione a volume ridotto;

la figura 5B illustra il veicolo di figura 5A in cui, a seguito di dispiegamento mediante pressurizzazione, i serbatoi sono passati nella seconda condizione a volume espanso.

Descrizione dettagliata di forme di realizzazione dell'invenzione**Serbatoio**

Un serbatoio in accordo all'invenzione è complessivamente indicato nelle figure con il riferimento numerico 1. Il serbatoio 1 è concepito per un veicolo spaziale 100 ed è preferibilmente destinato ad alloggiare, nel suo volume interno, propellente.

Il serbatoio presenta un corpo di contenimento 2 che si sviluppa lungo una direzione prevalente di sviluppo D'. Il corpo di contenimento 2 definisce il volume interno del serbatoio 1 ed è il componente del serbatoio 1 atto a contenere propellente. Il corpo di contenimento 2 è configurato per assumere almeno una prima condizione avente un primo volume interno (volume ridotto) ed una seconda condizione avente un secondo volume interno (volume espanso) maggiore del primo volume interno. Serbatoi 1 nella prima condizione sono illustrati nelle figure 4A e 5A, mentre serbatoi 1 nella seconda condizione sono illustrati nelle figure 4B e 5B. La seconda condizione a volume espanso è preferibilmente la condizione operativa dei serbatoi 1. La successione di figura 4A e 4B mostra il passaggio del serbatoio 1 dalla condizione a volume ridotto alla condizione a volume espanso; tale passaggio ed il passaggio inverso avvengono sostanzialmente rispettivamente per dispiegamento e piegatura del corpo di contenimento 2. Presentando la prima condizione un volume interno ridotto, il corpo di contenimento 2 nella prima condizione è in una condizione compattata e può essere stoccato, ad esempio dopo il suo utilizzo, occupando un volume ridotto. Ciò rende possibile lo stoccaggio in un volume ridotto del veicolo 100 nel quale il serbatoio 1 è integrato; a tal proposito, si veda figura 5A, illustrante un veicolo 1 dotato di due serbatoi in accordo all'invenzione. Per rendere possibile la variazione di volume del serbatoio 1, il corpo di contenimento 2 è almeno parzialmente deformabile; tale deformazione avviene sia durante la piegatura che il dispiegamento del corpo di contenimento 2. Il corpo di contenimento 2 è strutturato per passare dalla prima condizione alla seconda condizione, e viceversa, una pluralità di volte; ciò rende possibile il riutilizzo del serbatoio 1. Il serbatoio 1 presenta inoltre una sezione di passaggio 3, la quale è atta in condizioni operative a consentire la fuoriuscita di propellente dal serbatoio 1. La sezione di passaggio può essere definita sul corpo di contenimento 2; come illustrato nelle figure 1 e 2, la sezione di passaggio 3 può presentare un foro di passaggio avente diametro D1 minore del diametro D2 del corpo di contenimento 2.

Il corpo di contenimento 2 presenta preferibilmente una conformazione a solido

di rivoluzione, il cui asse di rivoluzione è costituito dalla direzione prevalente di sviluppo D'. Nelle allegate figure, il corpo di contenimento 2 presenta conformazione sostanzialmente cilindrica avente un diametro D2.

Il corpo di contenimento 2 comprende un mantello 4. Come illustrato nelle
5 allegate figure, il mantello 4 definisce la parete laterale del serbatoio 1. Nelle forme di realizzazione in cui il corpo di contenimento 2 è cilindrico, il mantello 4 definisce la parete laterale del cilindro. Il mantello 4 è deformabile; la deformabilità del mantello 4 consente al corpo di contenimento 2, e quindi al serbatoio 1, di variare il proprio volume interno come descritto sopra. Il serbatoio 1 è di tipo pressorinforzato, ossia presenta
10 una struttura, che verrà descritta nel prosieguo, la cui resistenza ai carichi deriva principalmente o interamente dalla tensione delle componenti, in questo caso dalla parete laterale del corpo di contenimento 2, costituita dal mantello 4. La tensione del mantello 4 è generata a partire dalla differenza di pressione tra il volume interno al mantello 4 stesso e l'ambiente circostante; uno o più appositi sistemi di
15 pressurizzazione 12 mantengono tale differenza durante il drenaggio dei propellenti.

Il mantello 4 si sviluppa lungo la direzione prevalente di sviluppo D' tra una prima estremità 4a ed una seconda estremità 4b longitudinalmente contrapposte. Nelle
allegate figure, in cui la direzione principale di sviluppo D' è verticale, la prima e la seconda estremità 4a, 4b sono illustrate rispettivamente come estremità inferiore e
20 superiore del mantello 4. Una o entrambe le estremità 4a, 4b possono essere aperte; in figura 1 è mostrata una forma realizzativa in cui entrambe le estremità 4a, 4b sono aperte. In corrispondenza di ciascuna estremità 4a, 4b aperta il serbatoio 1 può prevedere un dispositivo di interfaccia 5, il quale è atto a chiudere l'estremità aperta 4a, 4b alla quale è impegnato. Nelle forme di realizzazione in cui il corpo di
25 contenimento 2 è cilindrico, possono essere previsti uno o più dispositivi di interfaccia 5, ciascuno dei quali rappresenta quindi il componente definente la parete di base (fondo) o la parete superiore (copertura) del cilindro, la quale è impegnata alla parete laterale del cilindro definita dal mantello 4. Ulteriori dettagli del dispositivo di interfaccia 5 vengono approfonditi nel prosieguo.

Viene ora descritta la struttura del mantello 4, che consente la deformabilità del
mantello 4 stesso e quindi del corpo di contenimento 2. Il mantello 4 presenta struttura stratificata. La struttura stratificata è deformabile per consentire la variazione di volume del serbatoio 1. In particolare, la struttura stratificata è almeno parzialmente plasticamente deformabile, in modo tale che il corpo di contenimento 2 possa

assumere la prima condizione a volume ridotto e la seconda condizione a volume espanso; la transizione tra tali condizioni è consentita da una deformazione plastica della struttura stratificata. La deformazione plastica almeno parziale della struttura stratificata consente al mantello 4 di assumere una determinata condizione, quale la
5 condizione a volume ridotto o la condizione a volume espanso, e di mantenere tale condizione a seguito del rilascio della forza che ne ha determinato l'assunzione di tale condizione. Per deformazione plastica almeno parziale della struttura stratificata si può intendere che almeno uno strato della struttura stratificata viene deformato plasticamente nel passaggio dalla prima condizione alla seconda condizione e
10 viceversa.

La deformazione plastica del mantello 4 nel passaggio dalla prima condizione alla seconda condizione può essere determinata da un sistema di pressurizzazione; viceversa, la deformazione plastica del mantello 4 nel passaggio dalla seconda condizione alla prima condizione può avvenire a seguito dell'esaurimento del
15 propellente nel serbatoio 1 e del rilascio della pressione interna del serbatoio 1 (ossia della pressione definita nel volume interno); in sostanza, sotto il suo peso, il serbatoio 1 torna autonomamente alla sua condizione originale a volume ridotto.

La struttura stratificata consente di ripetere una pluralità di volte il passaggio dalla prima alla seconda condizione e viceversa, in modo tale da rendere il serbatoio
20 1 riutilizzabile una pluralità di volte. Tale deformazione della struttura stratificata è possibile mediante gli esempi di stratificazioni che vengono di seguito descritti, i quali forniscono possibili forme realizzative del serbatoio 1 in accordo all'invenzione.

La struttura stratificata può presentare uno spessore compreso tra 10 e 7.500 micrometri (μm), in particolare tra 20 e 5.000 micrometri. Tale spessore della struttura
25 stratificata del mantello 4, in relazione al diametro del serbatoio 1, rende il serbatoio 1 stesso ultrasottile.

La struttura stratificata comprende almeno due strati, in particolare almeno uno strato principale 6 e uno strato di impermeabilizzazione 7. Lo strato principale 6 è lo strato responsabile della resistenza strutturale del mantello 4 e, di conseguenza, del
30 corpo di contenimento 2 del serbatoio 1. Internamente rispetto allo strato principale 6, è previsto uno strato di impermeabilizzazione 7. Come illustrato in figura 3, lo strato di impermeabilizzazione 7 è impegnato in corrispondenza della superficie interna dello strato principale 6, in particolare a diretto contatto con essa. Viene di seguito descritto lo strato di impermeabilizzazione 7, per poi passare a dettagliare lo strato principale 6.

Lo strato di impermeabilizzazione 7 è in materiale impermeabile al propellente destinato ad essere contenuto nel serbatoio 1 e, impedendo il passaggio al propellente, consente la tenuta stagna del serbatoio 1. Lo strato di impermeabilizzazione 7 è opportunamente scelto in base al propellente da immettere nel serbatoio 1. Lo strato di impermeabilizzazione 7 è in materiale plasticamente deformabile, il quale consente la deformazione ripetibile precedentemente descritta della struttura stratificata del mantello 4. Lo strato di impermeabilizzazione 7 è preferibilmente l'unico strato plasticamente deformabile della struttura stratificata che vien deformato plasticamente nel passaggio tra condizioni del serbatoio 1; in tal modo, lo strato di impermeabilizzazione 7 è configurato per gestire il carico di deformazione del serbatoio 1 (carico di piegatura nel passaggio dalla seconda alla prima condizione e carico di dispiegamento nel passaggio dalla prima alla seconda condizione), mentre allo strato principale 6 è demandata la resistenza strutturale, in condizioni d'uso e quindi nella seconda condizione, del serbatoio 1. Lo strato di impermeabilizzazione 7 è preferibilmente in materiale polimerico, il quale conferisce sia caratteristiche di impermeabilità che di deformabilità plastica. Ad esempio, in una forma di realizzazione preferita lo strato di impermeabilizzazione 7 può essere in un polimero termosaldabile. Il polimero termosaldabile può essere selezionato in base alle proprietà meccaniche di deformabilità/flessibilità e resistenza necessaria all'applicazione; la realizzazione di tale strato in polimero termosaldabile può prevedere la saldatura termica di due o più estremità di un foglio o pellicola in polimero termosaldabile. La compatibilità chimica del polimero usato per lo strato di impermeabilizzazione 7 con il propellente è preferibile per evitare l'aggiunta di uno strato ulteriore da applicare sulla superficie interna dello strato di impermeabilizzazione 7. Risulta utile indicare che polimeri come il PTFE ed i polifluorati in generale tendono ad avere il più ampio intervallo di compatibilità e possono essere pertanto utilizzati. Nel caso in cui il serbatoio 1 sia destinato a contenere propellente criogenico, è opportuno prevedere che il materiale impermeabile nel quale lo strato di impermeabilizzazione 7 è realizzato abbia una temperatura di transizione vetrosa più bassa della temperatura del propellente criogenico; ciò è necessario per scongiurare il fenomeno dell'indebolimento criogenico del serbatoio 1. Per quanto riguarda lo spessore T7 dello strato di impermeabilizzazione 7, esso può essere estremamente ridotto, ad esempio compreso tra 10 micrometri a 1000 micrometri; esso può essere opportunamente scelto in relazione ai carichi ed al campo di operazione ed in funzione delle dimensioni

del serbatoio 1 e dell'ambiente di operazione previsto.

Si passa ora a descrivere dettagliatamente lo strato principale 6. Lo strato principale 6 può presentare uno spessore T6 compreso tra 15 e 4500 micrometri. Lo strato principale 6 prevede una pluralità di bande 6a, le quali sono impegnate tra loro a formare il mantello 4. In particolare, bande 6a adiacenti sono impegnate tra loro; a tal proposito, si vedano figura 3 e figura 4B. Ciascuna banda 6a può presentare uno spessore compreso tra 7.5 e 2250 micrometri. Le bande 6a si sviluppano longitudinalmente parallelamente alla direzione prevalente di sviluppo D' e parallelamente tra loro. Come illustrato ad esempio in figura 4A, le bande 6a sono sostanzialmente strisce di materiale. Le bande 6a possono presentare stesse dimensioni tra loro, ad esempio una stessa larghezza ed una stessa lunghezza. Alternativamente, una o più bande 6a possono presentare almeno una dimensione, ad esempio almeno la larghezza, differente tra loro. Ciascuna banda 6a presenta una conformazione allungata che si sviluppa lungo una propria direzione prevalente di sviluppo e presenta porzioni longitudinali definite lungo tale direzioni e porzioni trasversali definite trasversalmente rispetto a tale direzione. Schematizzando ciascuna banda 6a come un parallelepipedo a base rettangolare, le porzioni longitudinali si sviluppano lungo i lati lunghi del rettangolo di base, mentre le porzioni trasversali si sviluppano lungo i lati corti del rettangolo di base.

Lo strato principale 6 prevede preferibilmente un singolo strato in tessuto. Le bande 6a dello strato principale 6 in tessuto possono essere disposte in parziale sovrapposizione. Come illustrato in figura 3 che illustra una zona di sovrapposizione tra bande 6a, in corrispondenza delle zone di sovrapposizione tra le bande 6a non vi sono due strati differenti e sovrapposti di materiale ma vi sono due bande in tessuto 6a dello stesso materiale in parziale sovrapposizione. In sostanza, lo strato principale 6 in tessuto presenta, procedendo circonferenzialmente lungo il mantello 4, un'alternanza tra zone di sovrapposizione in cui porzioni di bande 6a adiacenti sono sovrapposte e zone di non sovrapposizione in cui vi è semplicemente una banda 6a. In corrispondenza delle zone di sovrapposizione lo strato principale 6 può presentare uno spessore T6 che è doppio rispetto allo spessore che esso presenta in corrispondenza delle zone in cui le bande 6a non sono sovrapposte; a tal proposito, vedasi figura 3 nella quale lo spessore T6 dello strato principale 6 è indicato con riferimento ad una zona di sovrapposizione. In altri termini, le bande 6a sono almeno parzialmente sovrapposte tra loro, in modo tale che il mantello 4 sia formato da una

successione circonferenziale di bande 6a parzialmente sovrapposte tra loro (si veda figura 4B). Al fine di ottenere la conformazione complessiva cilindrica del mantello 4 e quindi del corpo di contenimento 2, ciascuna banda 6a è almeno parzialmente incurvata. In sostanza, schematizzando il mantello 4 cilindrico in una sezione piana (sezione parallela alla base del cilindro) come una circonferenza, ciascuna banda 6a è incurvata in modo tale da definire un arco di circonferenza del mantello 4. Come illustrato nelle allegate figure, coppie di bande 6a adiacenti sono impegnate tra loro; in particolare, coppie di bande 6a adiacenti sono parzialmente sovrapposte in corrispondenza delle rispettive porzioni longitudinali. Figura 3 mostra una vista dall'alto, in sezione, di una porzione del mantello 4 nella quale è visibile la sua struttura stratificata; lo strato principale 6 del mantello 4 presenta una prima ed una seconda banda 6a adiacenti le cui porzioni longitudinali sono parzialmente sovrapposte tra loro. Per semplificare la rappresentazione grafica, l'andamento curvo delle bande 6a non è illustrato in figura 3.

Bande 6a adiacenti possono essere sovrapposte in accordo a un determinato schema di sovrapposizione. Lo schema di sovrapposizione può essere ricorrente, in particolare ricorrente lungo lo sviluppo circonferenziale del mantello 4. Vengono di seguito descritti brevemente possibili schemi di sovrapposizione tra bande 6a adiacenti. Un esempio di schema di sovrapposizione prevede che una banda 6a presenti entrambe le porzioni longitudinali disposte internamente rispetto alle bande adiacenti (ossia entrambi le porzioni longitudinali di una banda sono disposte "sotto" le bande adiacenti); tale schema di sovrapposizione può essere definito come uno schema di sovrapposizione continuo. Un altro esempio di schema di sovrapposizione prevede che una banda 6a presenti una porzione longitudinale disposta internamente rispetto ad una prima banda adiacente e la porzione longitudinale contrapposta disposta esternamente rispetto ad una seconda banda adiacente contrapposte rispetto alla prima banda adiacente (ossia una porzione longitudinale di una banda è disposta "sotto" una porzione longitudinale della prima banda adiacente e l'altra porzione longitudinale della stessa banda è disposta "sopra" una porzione longitudinale della seconda banda adiacente); tale schema di sovrapposizione può essere definito come uno schema di sovrapposizione alternato. Chiaramente, possono essere previsti ulteriori schemi di sovrapposizione tra bande 6a adiacenti. La sovrapposizione delle bande 6a consente una distribuzione uniforme dei carichi pressori sull'intera superficie del mantello 4 del serbatoio 1, nonché delle altre sollecitazioni meccaniche.

Al fine di poter impegnare tra loro bande 6a adiacenti sovrapposte, il serbatoio 1 comprende un sistema di giunzione. Il sistema di giunzione qui descritto consente vantaggiosamente di eliminare l'uso di cuciture nello strato principale 6 (come si vedrà di seguito, lo strato principale 6 è in tessuto) ed altre tecniche prive dell'affidabilità e ripetibilità necessaria, nonché diminuire la massa a parità di resistenza meccanica. In sostanza, il sistema di giunzione è privo di cuciture; ciò consente di realizzare il mantello 4 ed il corpo di contenimento 2 senza ricorrere all'uso di cuciture. Realizzare un mantello 4 ed un corpo di contenimento 2 privo di cuciture, ed in particolare con un robusto sistema di giunzione quale quello qui descritto, aumenta la robustezza, l'affidabilità e migliora le prestazioni del corpo di contenimento 2 e quindi del serbatoio 1.

In maggior dettaglio, il sistema di giunzione può comprendere una pluralità di dispositivi di giunzione 8 di tipo meccanico distribuiti in corrispondenza di una pluralità di punti di giunzione del corpo di contenimento 2. Prevedere una pluralità di dispositivi di giunzione 8 distribuiti opportunamente, ad esempio come viene di seguito descritto, consente di gestire in modo ottimale la distribuzione delle tensioni agenti in condizioni operative sul mantello 4. Come illustrato nelle allegate figure, i punti di giunzione sono dislocati nel mantello 4 e, essendo configurati per unire le bande 6a del mantello 4 tra loro, sono sostanzialmente punti di giunzione del mantello 4. In sostanza, ciascun dispositivo di giunzione 8 può essere dislocato in corrispondenza di un rispettivo punto di giunzione per impegnare tra loro, localmente, le porzioni sovrapposte di bande 6a adiacenti. Ciascun dispositivo di giunzione 8 impegna bande 6a tra loro attraversando le bande 6a stesse. In accordo alle forme realizzative illustrate nelle allegate figure, sono stati previsti dispositivi di giunzione 8 di tipo meccanico. Le figure da 4A a 5B illustrano una possibile distribuzione dei dispositivi di giunzione 8 i quali, nella condizione dei serbatoi 1 a volume espanso illustrata nelle figure 4B e 5B, mostra che i dispositivi di giunzione 8 possono essere allineati tra loro; in maggior dettaglio, le figure 4B e 5B mostrano due gruppi di dispositivi di giunzione 8 in cui i dispositivi di giunzione 8 di ciascun gruppo sono allineati verticalmente tra loro. In particolare, al fine di ottimizzare e stabilizzare l'impegno tra bande 6a può essere previsto un gruppo di dispositivi di giunzione 8 allineati tra loro per ogni coppia di bande 6a in tessuto sovrapposte (vedasi figura 4B); l'allineamento è definito lungo la direzione di sovrapposizione tra bande 6a. Chiaramente, può essere prevista una pluralità di gruppi di dispositivi di giunzione 8 in numero di gruppi maggiore di due e/o un differente

allineamento o, più in generale, una differente disposizione dei dispositivi di giunzione 8 di uno stesso gruppo. Il numero di dispositivi di giunzione 8 è variabile, passando da uno ad innumerevoli; il numero di dispositivi di giunzione 8 è preferibilmente nel numero maggiore possibile, riducendone al contempo il diametro entro i limiti di
5 reperibilità e lavorabilità degli elementi. I dispositivi di giunzione 8 fungono da elementi di distribuzione della tensione laterale agente sul mantello 4; di conseguenza, tanto più i dispositivi di giunzione 8 sono di dimensioni ridotte e distribuiti sulla lunghezza del mantello 4, tanto minori sono i carichi agenti sulle singole bande 6a e sulle singole fibre.

10 Come illustrato nelle allegate figure, i dispositivi di giunzione 8 possono sporgere esternamente rispetto al mantello 4. Alla luce di ciò e del fatto che ciascun dispositivo di giunzione 8 può essere in un materiale differente dai materiali del mantello 4 ed in particolare delle bande 6a (possibili materiali delle bande vengono
15 dettagliati nel prosieguo), e può quindi presentare una conduttività termica differente dal mantello 4, il serbatoio 1 può prevedere una pluralità di elementi di copertura ciascuno dei quali è disposto sopra un rispettivo dispositivo di giunzione 8; gli elementi di copertura sono configurati per fungere da isolamento termico dei rispettivi dispositivi di giunzione 8, così da ottimizzare l'isolamento termico del mantello 4 e quindi del serbatoio 1.

20 Ciascun dispositivo di giunzione 8 comprende un elemento di vincolo 8a atto a vincolare tra loro porzioni sovrapposte di bande 6a adiacenti. Al fine di impegnare le porzioni sovrapposte di bande 6a adiacenti, l'elemento di vincolo 8a può attraversare trasversalmente le bande 6a che impegna e può sporgere esternamente rispetto al mantello 4. In accordo a una possibile forma realizzativa, ciascun elemento di vincolo
25 e giunzione può essere costituito da un rivetto 8, 8a. Come illustrato nelle figure 1, 2 e 3, ciascun rivetto 8a attraversa le porzioni longitudinali di bande adiacenti al fine di poter impegnare tra loro bande adiacenti. Ciascun rivetto 8a presenta una prima e una seconda estremità contrapposte ed uno stelo disposto tra le estremità; in corrispondenza di ciascuna estremità è definita una testa del rivetto 8a. Stelo e teste
30 di ciascun rivetto 8a presentano preferibilmente conformazione circolare. Lo stelo è lungo almeno quanto la somma degli spessori delle porzioni sovrapposte delle bande 6a in modo tale che esso possa attraversare entrambe le bande 6a sovrapposte al fine di poterle impegnare tra loro; la prima e la seconda testa di ciascun rivetto 8a sono disposte in battuta con una rispettiva superficie interna ed esterna dello strato

principale 6a (si veda figura 3). In forme realizzative in cui le bande 6a adiacenti presentano lo stesso spessore, lo stelo di ciascun rivetto 8a può essere lungo almeno il doppio dello spessore di una banda 6a. Lo spessore di ogni elemento di vincolo 8a, in particolare di ogni rivetto, è quindi selezionato in base allo spessore T6 dello strato principale 6, mentre il suo diametro in base ai carichi pressori e meccanici agenti sul serbatoio 1 ed il numero complessivo di elementi di vincolo 8. Si noti che possono essere previsti spessori di almeno 20 micrometri, fino ad un massimo di 5000 micrometri, da 1 mm di diametro fino a diversi cm, con sezione preferibilmente circolare. Sotto il profilo dei materiali, ciascun elemento di vincolo, in particolare ciascun rivetto 8, 8a, può essere in materiale o lega metallica, dall'alluminio (7075, 6061, 2024 T6, ecc.) agli acciai (2800 Maraging, inossidabile 316, ecc.) fino al titanio ecc.. L'elevatissimo modulo tensile di tali materiali o di ulteriori ancora si mostra necessario vista la focalizzazione del carico.

Resta inteso che in forme di realizzazione alternative, possono essere previsti dispositivi di giunzione 8 alternativi di tipo meccanico.

Le bande 6a coprono l'intera superficie laterale del serbatoio 1. Le bande 6a possono essere in numero qualsiasi; più numerose sono le bande 6a, tanti più dispositivi di giunzione 8 sarà necessario prevedere, tanto maggiore sarà il peso del serbatoio 1. Tuttavia, una distribuzione simmetrica con più di due bande, preferibilmente tre o quattro, si mostra favorevole per contrastare le asimmetrie della distribuzione di massa.

In accordo all'invenzione, lo strato principale 6 è in tessuto. In maggior dettaglio, ciascuna banda 6a che forma lo strato principale 6 è in tessuto. Ciascuna banda 6a in tessuto comprende fibre, in particolare fibre continue; ciò consente una ottimale distribuzione del carico. Le fibre possono essere impegnate tra loro in vario modo; preferibilmente, le fibre sono intrecciate tra loro. Le fibre possono essere intrecciate tra loro lungo almeno due direzioni trasversali o ortogonali tra loro. Le fibre sono intrecciate tra loro in modo tale da ottimizzare le caratteristiche di resistenza strutturale e distribuzione delle tensioni agenti, in condizioni operative, sul corpo di contenimento 2 del serbatoio 1.

La Richiedente ha notato che l'uso di tessuti o fibre commerciali consente attualmente di abbassare di molto costi e tempi di produzione. Risulta importante la natura continuativa delle fibre, impiegando metodologie produttive che consentano di mantenere una fibra continua da un dispositivo di interfaccia 5 al successivo.

Prevedere fibre continue tra dispositivi di interfaccia 5, 5' consente di distribuire il carico omogeneamente longitudinalmente. Questo è dovuto all'elevatissimo modulo tensile delle fibre (tipicamente tra 1000 e 5000 MPa), molto maggiore dei 30-40 MPa dei polimeri costituenti lo strato di impermeabilizzazione.

5 Esempi di fibre che possono essere usati a tale scopo sono fibre in Zylon, carbonio, aramidiche, vetrose, basaltiche, ecc.. La scelta della migliore fibra da utilizzare dipende dalle condizioni di volo cui sono sottoposte durante il volo del veicolo 100 nel quale il serbatoio 1 è integrato. L'uso di materiali resistenti ad alta temperatura di operazione ed isolanti come la fibra di vetro può offrire una protezione termica
10 rilevante in caso di necessità. In accordo a possibili forme realizzative, il tessuto può essere una maglia in acciaio, alluminio o altre leghe metalliche, purché l'arrangiamento consenta di mantenere le medesime proprietà di deformabilità necessarie.

Lo strato principale 6 presenta una superficie interna ed una superficie esterna, le quali sono definite in corrispondenza delle bande 6a in tessuto. Come detto, a diretto
15 contatto con la superficie interna è impegnato lo strato di impermeabilizzazione 7. Lo strato di impermeabilizzazione 7 presenta a sua volta una superficie interna ed una superficie esterna; quest'ultima è impegnata a diretto contatto con la superficie interna dello strato principale 6. Vengono di seguito descritti ulteriori strati che possono essere previsti e possono essere in contatto con la superficie esterna dello strato principale 6
20 o con la superficie interna dello strato di impermeabilizzazione 7.

La struttura stratificata può quindi comprendere uno o più ulteriori strati.

La struttura stratificata può opzionalmente comprendere uno strato di isolamento termico configurato per isolare termicamente, in condizioni d'uso, il propellente contenuto nel serbatoio 1. Lo strato di isolamento termico è uno strato
25 addizionale impiegato per ridurre i fenomeni di trasferimento convettivo e/o conduttivo di calore. Lo strato di isolamento termico è disposto esternamente rispetto allo strato principale 6; in particolare, lo strato di isolamento termico è impegnato a diretto contatto con la superficie esterna dello strato principale 6. Lo strato di isolamento termico non è strettamente necessario; la necessità di prevederlo è funzione dei
30 requisiti di missione del veicolo 100 su cui è montato il serbatoio. Un esempio di strato di isolamento termico ottimo per lo scopo è rappresentato da vernice a base ceramica, comprendente sferule micrometriche/nanometriche di diossido di silicio (silice) o triossido di alluminio (allumina). La vernice è atta a resistere a temperature molto elevate, in particolare maggiori di 500 K e le sferule sono almeno di un ordine di

grandezza più piccole dello spessore dello strato di isolamento termico. Quest'ultimo spessore dipende dal propellente utilizzato e dall'ambiente di impiego; ad esempio, propellenti criogenici richiedono spessori di isolamento maggiori, mentre per serbatoi utilizzati in un veicolo di lancio la temperatura massima di operazione della vernice deve essere maggiore. Un'alternativa può essere l'impiego di polimeri espansi come il poliuretano espanso o il polipropilene espanso, tuttavia la loro compatibilità in condizioni spazio è ancora da verificare. In un'altra forma di realizzazione, la funzione di isolamento termico può essere svolta dalle bande in tessuto e lo strato di isolamento termico può quindi essere rappresentato dalle, e coincidere con, bande di fibre dello strato principale 6.

La struttura stratificata può inoltre opzionalmente comprendere uno strato di rivestimento esterno configurato per fungere da interfaccia termica tra un ambiente esterno disposto all'esterno del serbatoio 1 ed il serbatoio 1 stesso. Qualora previsto, lo strato di rivestimento esterno è lo strato più esterno della struttura stratificata. Lo strato di rivestimento esterno può essere estremamente sottile; ad esempio, esso può presentare uno spessore di circa 20 micrometri. Tale strato di rivestimento esterno molto sottile prevede preferibilmente una vernice riflettente a rapporto emissione/assorbimento variabile. La funzione di questo strato di rivestimento esterno è quella di mediare lo scambio radiativo di energia con l'esterno, funzione che risulta essere di primo piano nel volo spaziale. La vernice può essere di natura organica o inorganica; preferibilmente, date le temperature di operazione che possono essere maggiori di 500 K, la vernice è di natura inorganica. Il rapporto emissione/assorbimento è caratteristico di ogni vernice e può essere opportunamente scelto al fine di mantenere ad una data temperatura di equilibrio il sistema una volta nello spazio. Qualora sia previsto anche lo strato di isolamento termico, lo strato di rivestimento esterno può essere impegnato a diretto contatto esternamente allo strato di isolamento termico; in tale forma realizzativa, lo strato di isolamento termico è disposto tra lo strato principale 6 e lo strato di rivestimento esterno. In assenza di strato di isolamento termico, lo strato di rivestimento esterno può essere a diretto contatto con la superficie esterna dello strato principale 6.

La struttura stratificata può opzionalmente comprendere anche uno strato di rivestimento interno. Lo strato di rivestimento interno è affacciato al volume interno del serbatoio 1 ed è configurato per entrare in contatto, in condizioni operative, con il propellente alloggiato nel serbatoio. Lo strato di rivestimento interno è uno strato di

compatibilità, ossia uno strato compatibile, dal punto di vista delle interazioni chimiche e/o fisiche, con il propellente con il quale è destinato ad entrare in contatto. Lo strato di rivestimento interno è preferibilmente impegnato a diretto contatto con la superficie interna dello strato di impermeabilizzazione 7. Lo strato di rivestimento interno è sostanzialmente uno strato protettivo previsto, qualora necessario, per proteggere lo strato di impermeabilizzazione nei confronti delle specie chimiche potenzialmente attive dei propellenti. Un esempio di strato di rivestimento interno prevede l'uso del PTFE a protezione dello strato di impermeabilizzazione nei confronti del perossido di idrogeno o dell'acido nitrico/tetrossido d'azoto. Lo spessore dello strato di rivestimento interno è esiguo; esso può essere di circa 20 micrometri. Qualora il o i materiali impermeabili dello strato di impermeabilizzazione 7 siano chimicamente compatibili con il propellente, non è necessario prevedere uno strato di rivestimento interno.

In sostanza, nella sua forma di realizzazione a minor numero di strati illustrata in figura 3, la struttura stratificata comprende esclusivamente lo strato principale 6 e lo strato di impermeabilizzazione 7; in tale forma realizzativa, lo strato principale 6 è lo strato più esterno della struttura stratificata e quindi del mantello 4 e lo strato di impermeabilizzazione 7 è lo strato più interno della struttura stratificata e quindi del mantello 4 ed è destinato ad entrare in contatto con il propellente. Per quanto riguarda la forma di realizzazione a maggior numero di strati qui prevista, la struttura stratificata comprende, nella seguente successione in una direzione che va dal volume interno del serbatoio all'ambiente esterno al serbatoio 1: lo strato di rivestimento interno, lo strato di impermeabilizzazione 7, lo strato principale 6, lo strato di isolamento termico e lo strato di rivestimento esterno. In quest'ultima forma realizzativa, lo strato di rivestimento esterno è lo strato più esterno della struttura stratificata del mantello 4 e lo strato di rivestimento interno è lo strato più interno della struttura stratificata del mantello 4, destinato ad entrare in contatto con il propellente. Chiaramente, possono essere previste ulteriori forme realizzative che prevedono uno o più ulteriori strati intermedi, interni o esterni e/o un numero di strati differente dal numero di strati qui descritto.

Come precedentemente anticipato, il serbatoio 1 può comprendere inoltre almeno un dispositivo di interfaccia 5 configurato per interfacciare il serbatoio 1 ad un altro serbatoio e/o a ulteriori componenti del veicolo spaziale 100 in cui detto serbatoio 1 è destinato ad essere installato. Nella forma realizzativa illustrata ad esempio in figura 1, il serbatoio 1 prevede due dispositivi di interfaccia 5, 5', ciascuno dei quali è

disposto in corrispondenza di una rispettiva estremità 4a, 4b aperta del mantello 4 ed è atto a chiudere l'estremità 4a, 4b aperta alla quale è impegnato; tali dispositivi di interfaccia 5, 5' fanno parte del corpo di contenimento e contribuiscono a delimitare il volume interno del serbatoio 1. In altri termini, il serbatoio 1 può comprendere un
5 dispositivo di interfaccia 5 atto a chiudere l'estremità 4a aperta di fondo del mantello ed a fungere da fondo o copertura inferiore del corpo di contenimento 2 ed un ulteriore dispositivo di interfaccia 5' atto a chiudere l'estremità 4b opposta all'estremità di fondo 4a ed a fungere da copertura del corpo di contenimento 2. Il dispositivo di interfaccia 5 che funge da fondo può prevedere la sezione di passaggio 3. In sostanza, ciascun
10 dispositivo di interfaccia 5, 5' è sostanzialmente un diaframma atto a chiudere un'estremità 4a, 4b aperta del mantello 4, contribuendo a delimitare il volume interno del corpo di contenimento 2. Figura 1 mostra che ulteriori dispositivi di interfaccia possono essere impegnati al serbatoio 1, i quali possono consentire l'impegno del serbatoio 1 ad uno o più ulteriori serbatoi o a componenti di un veicolo spaziale 100
15 nel quale il serbatoio 1 viene integrato; estremità di tali ulteriori dispositivi di interfaccia sono illustrate in linea tratteggiata inferiormente e superiormente rispetto al serbatoio 1.

Sotto il profilo dei materiali, i dispositivi di interfaccia 5, 5' possono essere realizzati in metallo, a titolo esemplificativo in alluminio (quale alluminio 6061 o 7075
20 T6) o in leghe a più alto modulo tensile di acciaio, titanio, ecc. o in materiale composito. I dispositivi di interfaccia 5, 5' sono costituiti da piatti estremamente sottili (diaframmi), indicativamente aventi uno spessore di centinaia di micrometri; tale spessore è variabile a seconda della pressione massima di operazione e del materiale scelto.

Ciascun dispositivo di interfaccia 5, 5' comprende una sede configurata per
25 alloggiare una rispettiva estremità 4a, 4b del mantello 4 del corpo di contenimento; come illustrato in figura 1, ciascuna estremità 4a, 4b del mantello 4 è alloggiata in corrispondenza di una sede di un rispettivo dispositivo di interfaccia 5, 5'. In particolare, ciascun dispositivo di interfaccia comprende una prima flangia 9 ed una seconda flangia 10 (doppia flangia) disposta internamente rispetto alla prima flangia 9 ad una
30 determinata distanza da essa. La prima e la seconda flangia 9, 10 presentano uno sviluppo circonferenziale e sono concentriche tra loro. La distanza tra di esse definisce un'intercapedine in corrispondenza della quale è definita la sede per l'estremità 4a, 4b del mantello 4. Intercapedine e sede possono presentare sviluppo anulare. La sede, in sezione, può presentare una conformazione sostanzialmente "ad U", in cui il lato

corto della U definisce il fondo della sede, in corrispondenza del quale l'estremità 4a, 4b del mantello 4 può essere posta in battuta, ed i lati lunghi della U definiscono i fianchi della sede con i quali porzioni laterali dell'estremità 4a, 4b del mantello 4 possono entrare in contatto (si vedano le figure 1 e 2). Sotto il profilo geometrico, entrambe le flange 9, 10 della doppia flangia concentrica possono essere rialzate di circa 1 cm dal fondo della sede.

Allo scopo di impegnare i dispositivi di interfaccia 5, 5' con il mantello 4, il serbatoio comprende elementi di impegno 11. Gli elementi di impegno 11 consentono l'accoppiamento tra flange 9, 10 dei dispositivi di interfaccia 5, 5' e estremità 4a, 4b del mantello 4. Preferibilmente, gli elementi di impegno 11 sono mobili o removibili e possono essere rimossi, ad esempio per consentire di disaccoppiare i dispositivi di interfaccia 5, 5' dal mantello 4. Le allegate figure mostrano che l'impegno tra dispositivi di interfaccia 5, 5' e mantello 4 può essere realizzato mediante elementi filettati 11; in maggior dettaglio, gli elementi filettati 11 possono essere del tipo a vite passante prigioniera. I dispositivi di interfaccia 5, 5' delle allegate figure mostrano inoltre che le flange 9, 10 di ciascun dispositivo di interfaccia 5, 5' e la rispettiva estremità 4a, 4b del mantello 4 possono essere dotate di fori allineati tra loro, preferibilmente fori filettati, in corrispondenza dei quali sono impegnati gli elementi filettati 11. Ciascuna flangia 9, 10 è preferibilmente forata ad intervalli regolari; i fori possono essere quindi equidistanziati tra loro. Chiaramente, possono essere previsti elementi di impegno 11 tra flange e rispettiva estremità 4a, 4b del mantello 5, 5' alternativi rispetto agli elementi filettati.

A garantire l'impermeabilità del corpo di contenimento 2, può essere previsto materiale sigillante tra estremità 4a, 4b del mantello 4 e rispettivo dispositivo di interfaccia 5, 5'. In maggior dettaglio, ciascun dispositivo di interfaccia 5, 5' può prevedere un materiale sigillante configurato per impedire trafilamenti di propellente. Il materiale sigillante può comprendere almeno una guarnizione, ad esempio una guarnizione solidificabile, preferibilmente chimicamente compatibile con il propellente destinato ad essere alloggiato nel serbatoio 1. Preferibilmente, ciascun dispositivo di interfaccia 5, 5' può prevedere due guarnizioni plastiche, le quali sono preferibilmente realizzate nello stesso materiale dello strato di rivestimento interno. Nelle forme di realizzazione illustrate nelle allegate figure, la tenuta stagna del serbatoio 1 tra mantello 4 e ciascun dispositivo di interfaccia 5, 5' è garantita dalla compressione esercitata dalle viti passanti prigioniere 11.

Il serbatoio 1 può inoltre prevedere un sistema di pressurizzazione 12 configurato per determinare il passaggio del corpo di contenimento dalla prima condizione alla seconda condizione, ossia per espandere il volume del serbatoio 1. Il sistema di pressurizzazione 12 può essere configurato per determinare il passaggio del corpo di contenimento 2 dalla prima condizione alla seconda condizione mediante immissione di combustibile nel volume interno. L'immissione di combustibile nel corpo di contenimento 2 aumenta la pressione interna del serbatoio 1 e consente quindi alla struttura stratificata del mantello 4 di deformarsi plasticamente per passare dalla condizione a volume ridotto (figura 4A) alla configurazione a volume espanso (figura 4B) in accordo a quanto precedentemente descritto; la medesima transizione tra tali condizioni a volume differente è mostrata, con riferimento a due serbatoi 1 installati in un veicolo spaziale 100, dalla successione delle figure 5A e 5B. Il passaggio inverso dalla condizione a volume espanso alla condizione a volume ridotto è possibile, quando il propellente all'interno del serbatoio 1 è esaurito, mediante rilascio della pressione interna del serbatoio 1; sotto il suo peso, il serbatoio 1 torna autonomamente alla sua condizione a volume ridotto. Il sistema di pressurizzazione 12 può utilizzare una tecnologia di per sé nota; ad esempio, il sistema di pressurizzazione 12 può essere autogeno o autogeno indotto o a gas pressurizzante, ecc..

Il serbatoio 1 può inoltre comprendere una linea di distribuzione di propellente 13 o una porzione di una linea di distribuzione di propellente 13 attraversante almeno parzialmente il volume interno (vedasi figura 2). La linea di distribuzione di propellente 13 definisce un condotto nel quale può fluire propellente. Prevedere una linea di distribuzione di propellente 13 attraversante il serbatoio 1 è vantaggioso per conferire al serbatoio 1 una struttura compatta quando tra detto serbatoio 1 è interposto tra un ulteriore serbatoio 1 e la sezione motrice del veicolo spaziale 100 nel quale il serbatoio 1 è destinato ad essere integrato; in tal modo, la linea di distribuzione di propellente 13 sviluppantesi attraverso il serbatoio 1 consente la comunicazione di fluido tra l'ulteriore serbatoio 1 e la sezione motrice. La linea di distribuzione di propellente 13 passante attraverso il serbatoio 1 ha la funzione di tenere separati il propellente fluente attraverso di essa dal propellente contenuto nel serbatoio 1. Per soddisfare tale scopo la soluzione più semplice risulta l'impiego del medesimo materiale di cui è costituito lo strato di impermeabilizzazione 7; esso può essere rivestito su entrambe le facce, interna ed esterna, da un rivestimento per la compatibilità chimica analogo allo strato di rivestimento interno precedentemente descritto. Lo strato di rivestimento per la

faccia interna e per la faccia esterna della linea di distribuzione di propellente 13 va scelto in modo tale da garantire compatibilità con i propellenti con i quali tale facce sono destinate ad entrare in contatto tra loro.

Il serbatoio 1 può inoltre comprendere ulteriori componenti di per sé noti, quali
5 valvole di efflusso e carico dei propellenti, sensori di controllo atti a controllare pressione, temperatura, livello del propellente, ecc..

Uso del serbatoio

L'invenzione riguarda inoltre un uso del serbatoio 1 precedentemente descritto.
10 L'uso del serbatoio 1 è volto a contenere propellente.

Assieme di serbatoio

L'invenzione concerne inoltre un assieme di serbatoio 50 comprendente due serbatoi 1 del tipo precedentemente descritto. Figura 2 illustra un assieme di serbatoio
15 50 comprendente un primo ed un secondo serbatoio 1; quest'ultimo è impegnato superiormente al primo serbatoio ed è separato dal primo serbatoio da un primo dispositivo di interfaccia 5', al quale è impegnata una linea di distribuzione di propellente 13. In figura 2, il secondo serbatoio è illustrato solo mediante l'estremità inferiore 4a del mantello 4, che è impegnata al primo dispositivo di interfaccia 5'. In
20 sostanza, il primo dispositivo di interfaccia 5' funge da dispositivo di copertura per il primo serbatoio e da dispositivo di fondo per il secondo serbatoio. Oltre al primo dispositivo di interfaccia 5', è previsto un secondo dispositivo di interfaccia 5, disposto in corrispondenza dell'estremità inferiore 4a del mantello 4 del primo serbatoio 1, anch'esso attraversato dalla linea di distribuzione di propellente 13. Come illustrato in
25 figura 2, la linea di distribuzione di propellente 13 può essere impegnata a ciascun dispositivo di interfaccia 5, 5' mediante elementi di impegno 11, quali elementi filettati, del tipo precedentemente descritto. Il primo dispositivo di interfaccia 5' presenta una opportuna predisposizione, ad esempio una porzione dotata di un'apertura (vedasi figura 2), per poter essere attraversato dalla linea di distribuzione di propellente 13.
30 Prevedendo la linea di distribuzione di propellente 13 nello stesso materiale dello strato di impermeabilizzazione 7, la linea di distribuzione di propellente 13 può essere a sua volta plasticamente deformabile in modo tale da poter deformarsi quando il serbatoio 1 assume la prima condizione e la seconda condizione. Considerando che i serbatoi 1 dell'assieme di serbatoio 50 siano isobarici tra loro, si segnala che non è necessaria

un'elevata resistenza meccanica per la linea di distribuzione di propellente 13.

Entrambi i serbatoi 1 presentano la stessa direzione prevalente di sviluppo D'. Come illustrato in figura 2, per consentire l'uscita della linea di distribuzione di propellente 13 dal primo serbatoio, la sezione di passaggio 3 del primo serbatoio 1 può essere dislocata lateralmente rispetto alla direzione prevalente di sviluppo D'; a tal proposito, si confronti la disposizione della sezione di passaggio del serbatoio 1 di figura 1 con la disposizione della sezione di passaggio 3 del serbatoio 1 di figura 2.

Veicolo spaziale

L'invenzione riguarda inoltre un veicolo spaziale 100 comprendente almeno un serbatoio del tipo precedentemente descritto. Esempi di veicolo spaziali 100 sono i lanciatori ed i veicoli interplanetari.

In maggior dettaglio, il veicolo spaziale 100 può comprendere due serbatoi 1 in accordo all'invenzione, ossia un assieme di serbatoio 50 come precedentemente descritto. Nel caso siano previsti due o più serbatoi 1, ciascun serbatoio 1 è destinato a contenere un rispettivo propellente.

In maggior dettaglio, il veicolo spaziale 100 comprende un corpo scatolare a forma allungata sviluppantesi lungo una direzione prevalente di sviluppo D'. Il corpo scatolare è definito almeno parzialmente dal serbatoio 1 o dai serbatoi 1. Come illustrato nelle figure 5A e 5B, nella forma realizzativa in cui il veicolo spaziale 100 comprende due serbatoi 1, ciascun serbatoio 1 definisce una rispettiva porzione di corpo scatolare. I serbatoi 1 possono condividere la stessa direzione prevalente di sviluppo D', che coincide preferibilmente con la direzione prevalente di sviluppo del veicolo spaziale D' (vedasi figura 5B).

Il veicolo spaziale 100 comprende inoltre una sezione motrice 101, la quale è dotata di uno o più motori. Preferibilmente, i motori sono motori a razzo. Al fine di alimentare la sezione motrice 101 per consentire la propulsione del veicolo spaziale 100, l'uno o più serbatoi 1 sono in comunicazione di fluido con la sezione motrice 101.

In forme realizzative in cui sono previsti almeno un primo ed un secondo serbatoio 1, in cui il primo serbatoio è interposto tra la sezione motrice 101 e il secondo serbatoio, una linea di distribuzione di propellente 13 può attraversare il primo serbatoio al fine di consentire di alimentare la sezione motrice con il propellente contenuto nel secondo serbatoio in accordo a quanto precedentemente descritto.

Il veicolo spaziale 100, analogamente al serbatoio 1, può assumere una

condizione a volume ridotto (prima condizione) e una condizione a volume espanso (seconda condizione), che rappresenta la condizione operativa del veicolo spaziale 100. Prevedere che il veicolo spaziale 100 possa assumere la condizione a volume ridotto è particolarmente vantaggioso in quanto consente al veicolo 100 di assumere una configurazione compattata nella quale può essere riposto occupando un volume ridotto. Quando il veicolo spaziale 100 è nella condizione a volume ridotto ciascun serbatoio 1 del veicolo spaziale 100 è a sua volta nella condizione a volume ridotto (vedasi figura 5A), mentre quando il veicolo spaziale 100 è nella condizione a volume espanso ciascun serbatoio 1 del veicolo spaziale 100 è a sua volta nella condizione a volume espanso (vedasi figura 5B).

La transizione tra la prima e la seconda condizione del veicolo spaziale 100 è effettuata mediante la deformazione precedentemente descritta di ciascun serbatoio 1 del veicolo spaziale 100. Le figure 5A e 5B illustrano un veicolo spaziale, dotato di due serbatoi in accordo all'invenzione, rispettivamente nella prima condizione e nella seconda condizione.

Metodo di produzione di un serbatoio

La presente invenzione riguarda inoltre un metodo di produzione di un serbatoio 1 del tipo precedentemente descritto. Il metodo comprende le fasi di disporre bande 6a in tessuto a formare uno strato 6 in tessuto (lo strato principale) di un mantello 4 di un corpo di contenimento 2 di un serbatoio 1. Tale fase prevede di impegnare tra loro bande 6a in tessuto adiacenti, preferibilmente mediante i dispositivi di giunzione 8 del sistema di giunzione descritto in precedenza. In maggior dettaglio, l'impegno di bande 6a in tessuto adiacenti è effettuato mediante sovrapposizione di porzioni longitudinali di bande 6a in tessuto adiacenti.

Il metodo prevede inoltre di predisporre uno strato di impermeabilizzazione 7 del tipo precedentemente descritto e di impegnare lo strato di impermeabilizzazione 7 allo strato in tessuto 6 in modo tale che lo strato di impermeabilizzazione 7 sia interno rispetto allo strato principale in tessuto 6; in tal modo viene formata la struttura stratificata del mantello 4. La predisposizione o l'impegno dello strato di impermeabilizzazione 7 può prevedere la saldatura termica di due o più estremità di un foglio o pellicola in polimero termosaldabile.

In accordo a quanto precedentemente descritto, il metodo può inoltre prevedere l'impegno, allo strato principale 6 o allo strato di impermeabilizzazione 7 della struttura

stratificata del mantello 4, di uno o più tra: uno strato di rivestimento interno, uno strato di rivestimento esterno e uno strato di isolamento termico. Tali strati consentono di completare, all'occorrenza, la struttura stratificata. Il numero di strati è scelto e modulato in base a vari fattori, quali l'ambiente o campo d'impiego nel quale è destinato ad operare il veicolo spaziale 100 nel quale il serbatoio 1 verrà integrato.

Il metodo prevede inoltre di impegnare un dispositivo di interfaccia 5, 5' in corrispondenza di ciascuna estremità 4a, 4b aperta del mantello 4 in accordo a quanto precedentemente descritto. Tale fase consente di formare il corpo di contenimento 2 e può prevedere, in particolare, di impegnare rispettivi dispositivi di interfaccia 5, 5' in corrispondenza delle estremità 4a, 4b contrapposte del mantello 4 (si vedano le figure 1 e 2).

Metodo di operazione di un serbatoio

La presente invenzione riguarda inoltre un metodo di operazione di un serbatoio 1 del tipo precedentemente descritto. Il metodo prevede di predisporre il serbatoio 1 nella prima condizione o nella seconda condizione e di determinare la transizione del serbatoio 1 dalla prima condizione alla seconda condizione o viceversa.

La transizione del serbatoio 1 dalla prima alla seconda condizione, e viceversa, è possibile grazie alla deformazione della struttura stratificata del mantello 4. La deformazione della struttura stratificata è preferibilmente una deformazione plastica almeno parziale della struttura stratificata. In accordo a quanto precedentemente descritto, la deformazione plastica almeno parziale della struttura stratificata prevede la deformazione plastica dello strato di impermeabilizzazione 7 della struttura stratificata.

La transizione del serbatoio 1 dalla prima condizione a volume ridotto alla seconda condizione a volume espanso è preferibilmente effettuata mediante il sistema di pressurizzazione 12 in accordo a quanto precedentemente descritto.

La transizione del serbatoio 1 dalla prima condizione a volume ridotto alla seconda condizione a volume espanso consente di preparare all'uso il serbatoio 1, mentre la transizione inversa consente di riporre in un volume ridotto il serbatoio 1.

Metodo di operazione di un veicolo spaziale

La presente invenzione riguarda inoltre un metodo di operazione di un veicolo spaziale 100 del tipo precedentemente descritto. Il metodo prevede di predisporre un

veicolo spaziale 100 nella prima condizione o nella seconda condizione e di determinare la transizione del veicolo spaziale 100 dalla prima condizione alla seconda condizione o viceversa.

La transizione del veicolo spaziale 100 dalla prima alla seconda condizione, o viceversa, è possibile grazie alla transizione di ciascun serbatoio 1 del veicolo 100 dalla prima alla seconda condizione, o viceversa.

La transizione del veicolo spaziale 100 dalla prima condizione a volume ridotto alla seconda condizione a volume espanso consente di preparare all'uso il veicolo spaziale 100, mentre la transizione inversa consente di riporre in un volume ridotto il veicolo spaziale 100.

Ulteriori vantaggi dell'invenzione

I serbatoi 1 in accordo all'invenzione si distinguono dai tradizionali serbatoi in materiale composito per l'assenza di un contenitore rigido di metallo; infatti, l'invenzione fa uso di un corpo di contenimento 2 deformabile, avente la struttura stratificata descritta in precedenza. L'assenza di un contenitore rigido metallico, la struttura stratificata del mantello 4 precedentemente descritta con relativi materiali e strati dallo spessore ridotto e la possibilità di usare un rivestimento ceramico estremamente sottile riduce il peso del serbatoio di circa 100 volte.

Comparando questo approccio ai tradizionali serbatoi a palloncino la differenza sostanziale non solo è relativa al peso del serbatoio finale, ma anche relativamente alle ulteriori caratteristiche termomeccaniche. La soluzione tecnica proposta per il serbatoio infatti, oltre alla molto maggiore resistenza a forature e deformazioni, è molto più stabile alle alte temperature per via dei materiali utilizzati, mantenendo al contempo la medesima resistenza strutturale. Riguardo al peso, si noti che il serbatoio 1 in accordo all'invenzione può essere dalle 12 alle 15 volte minore del peso di un serbatoio a palloncino tradizionale.

L'invenzione rende possibile la realizzazione di un serbatoio 1 capace di essere ripiegato su se stesso; ciò consente di rendere più efficiente la logistica.

L'invenzione consente di realizzare un serbatoio 1, il cui mantello 4 presenta uno strato principale 6 in tessuto, senza cuciture in prossimità delle giunzioni tra bande 6a di tessuto; ciò consente di evitare punti di forte criticità data la non affidabilità e ripetibilità del processo di cucitura.

Il serbatoio 1 in accordo all'invenzione, prevedendo una ponderata

combinazione tra dispositivi di giunzione 8 metallici e bande di fibre 6a, consente di distribuire omogeneamente i carichi con un solo strato di fibre (lo strato principale 6 della struttura stratificata), raggiungendo evidenti miglioramenti sul peso finale del serbatoio e quindi del veicolo spaziale 100. Riguardo la distribuzione omogenea del carico, occorre indicare che nel serbatoio 1 il carico è distribuito longitudinalmente dalle fibre stesse dello strato principale 6, connesse tramite elementi di impegno 11 smontabili ai dispositivi di interfaccia 5, 5' rigidi connessi al veicolo spaziale 100. Il carico latitudinale, ossia circonferenziale, è invece trasmesso uniformemente alle fibre dello strato principale 6 tramite i dispositivi di giunzione 8 preferibilmente realizzati in leghe ad altissimo modulo tensile.

Inoltre, i serbatoi 1 in accordo all'invenzione prevedono un corpo di contenimento 2 dotato di un ottimo punto d'incontro tra deformabilità e resistenza del serbatoio 1 grazie alla previsione di una struttura stratificata in cui la deformabilità plastica è demandata allo strato di impermeabilizzazione 7, mentre gli altri strati, in particolare lo strato principale 6 in tessuto ma anche gli altri strati opzionali, possono seguire la deformazione, flettendosi, grazie al loro spessore molto ridotto.

Strati addizionali come lo strato di isolamento termico che prevede particelle ceramiche micrometriche/nanometriche offrono, inoltre, una conduttività termica comparabile ad altri isolanti ma temperature massime di operazione 10-15 volte superiori. La presente invenzione è infatti ottimizzata rispetto a tutte le tecnologie esistenti per il minor dispendio di massa possibile per applicazioni con grandi fabbisogni di delta-v (ossia di variazione impulsiva di velocità), come lanciatori o veicoli interplanetari 100.

I serbatoi 1 in accordo all'invenzione possono essere adattati, mediante opportuna predisposizione degli strati della struttura stratificata, e quindi impiegati per contenere qualsiasi tipo di propellente, dai propellenti criogenici (ossigeno, idrogeno, metano, etc.), ai propellenti immagazzinabili (perossido di idrogeno, kerosene, alcol, idrazina, tetrossido d'azoto, etc.) fino ai gas pressurizzanti (elio, azoto).

La realizzazione dei serbatoi 1 basata sull'uso di polimeri flessibili, leghe e/o fibre ultrasistenti consente non solo una molto maggiore facilità di realizzazione e un costo drasticamente minore rispetto ai serbatoi di cui all'arte nota, ma anche numerosi vantaggi ulteriori.

I serbatoi 1 in accordo all'invenzione sono infatti ripiegabili, consentendo al veicolo spaziale 100 che li integra di occupare un volume trascurabile quando vuoto

(volume del veicolo 100 quando i serbatoi 1 sono privi di propellente; si veda figura 5A) rispetto al volume finale (volume del veicolo 100 in condizioni d'uso; si veda figura 5B), anche mille volte minore del volume finale.

5 I serbatoi 1 ed i veicoli 100 in accordo all'invenzione sono inoltre molto più resistenti ad urti che possono avvenire durante la manipolazione, rendendo molto più facile trasporto e logistica degli stessi. Il rapporto tra la massa asciutta (ossia nella condizione in cui il veicolo 100 non alloggia né propellente né carico utile) e a pieno carico (condizione in cui i propellenti sono alloggiati nei serbatoi 1) è il più elevato di qualsiasi altra soluzione attualmente disponibile, rendendo la tecnologia
10 potenzialmente il modo gravimetricamente e volumetricamente più efficiente per trasportare propellente nel volo spaziale.

Infine, i veicoli spaziali 100 in accordo all'invenzione sono anche capaci di resistere ai regimi termici del rientro, consentendo quindi la riutilizzabilità del veicolo spaziale, in particolare anche di lanciatori miniaturizzati 100.

Rivendicazioni

1. Serbatoio (1) per un veicolo spaziale (100), il serbatoio (1) sviluppandosi lungo una direzione prevalente di sviluppo (D') e presentando un corpo di contenimento (2) atto a contenere propellente, il corpo di contenimento (2) definendo un volume interno e comprendendo un mantello (4) avente una struttura stratificata, la struttura stratificata (4) prevedendo almeno:
- uno strato principale (6), lo strato principale (6) essendo in tessuto,
 - uno strato di impermeabilizzazione (7) disposto internamente rispetto allo strato principale (6),
- 10 caratterizzato dal fatto che il volume interno è variabile ed il corpo di contenimento (2) è configurato per assumere almeno una prima condizione avente un primo volume interno ed una seconda condizione avente un secondo volume interno differente dal primo volume interno,
- dal fatto che lo strato principale (6) comprende una pluralità di bande (6a) in tessuto,
- 15 e dal fatto che il serbatoio (1) comprende inoltre un sistema di giunzione configurato per vincolare tra loro bande (6a) in tessuto.
2. Serbatoio secondo la rivendicazione 1, la struttura stratificata presentando un singolo strato in tessuto e lo strato di impermeabilizzazione (7) essendo a diretto contatto con lo strato principale (6).
- 20 3. Serbatoio secondo la rivendicazione 1 o 2, la struttura stratificata essendo almeno parzialmente plasticamente deformabile,
- il corpo di contenimento (2) essendo configurato per passare tra la prima condizione e la seconda condizione mediante deformazione plastica almeno parziale del mantello (4).
- 25 4. Serbatoio secondo la rivendicazione 1 o 2 o 3, in cui lo strato di impermeabilizzazione (7) è plasticamente deformabile,
- preferibilmente lo strato di impermeabilizzazione (7) essendo in materiale plastico e/o polimerico.
5. Serbatoio secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui bande
- 30 (6a) adiacenti sono almeno parzialmente sovrapposte tra loro in accordo ad un determinato schema ricorrente lungo lo sviluppo circonferenziale del mantello (4).
6. Serbatoio secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui le bande (6a) si sviluppano longitudinalmente lungo, preferibilmente parallelamente a, detta direzione prevalente di sviluppo (D').

7. Serbatoio secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui ciascuna banda in tessuto (6a) comprende fibre intrecciate tra loro lungo due o più direzioni.
8. Serbatoio secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui la struttura stratificata è configurata per consentire il passaggio del corpo di contenimento (2) dalla prima condizione alla seconda condizione, e viceversa, una pluralità di volte.
9. Serbatoio secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il sistema di giunzione è configurato per vincolare tra loro bande (6a) in tessuto adiacenti, il sistema di giunzione comprendendo una pluralità di dispositivi di giunzione (8) di tipo meccanico distribuiti in corrispondenza di una pluralità di punti di giunzione del corpo di contenimento (2),
10. Serbatoio secondo la rivendicazione 9, ciascun dispositivo di giunzione (8) essendo configurato per vincolare tra loro porzioni di bande (6a) adiacenti, dette porzioni essendo dislocate in corrispondenza del punto nel quale il dispositivo di giunzione (8) è dislocato.
11. Serbatoio secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il sistema di giunzione è senza cuciture.
12. Serbatoio secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui la struttura stratificata presenta uno spessore compreso tra 10 e 7.500 micrometri, in particolare tra 20 e 5.000 micrometri.
13. Serbatoio secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui la struttura stratificata comprende uno strato di isolamento termico configurato per isolare termicamente il serbatoio in condizioni d'uso, lo strato di isolamento termico essendo esterno rispetto allo strato principale (6).
14. Serbatoio secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui la struttura stratificata comprende inoltre uno strato di rivestimento interno affacciato al volume interno (1) e configurato per entrare in contatto, in condizioni operative, con il propellente alloggiato nel serbatoio (1).
15. Serbatoio secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, comprendente inoltre almeno un dispositivo di interfaccia (5, 5') configurato per interfacciare il serbatoio (1) ad un altro serbatoio (1) e/o a ulteriori componenti del veicolo spaziale (100) in cui detto serbatoio (1) è destinato ad essere installato.
16. Serbatoio secondo la rivendicazione 15, in cui il mantello (4) si sviluppa lungo detta direzione prevalente di sviluppo (D') tra una prima ed una seconda estremità contrapposte (4a, 4b), almeno una tra dette estremità (4a, 4b) essendo aperta, detto

almeno un dispositivo di interfaccia (5, 5') essendo disposto in corrispondenza di detta almeno una estremità aperta e chiudendo detta estremità aperta (4a, 4b),

opzionalmente sia la prima che la seconda estremità (4a, 4b) del mantello (4) sono aperte, il serbatoio (1) comprendendo un primo ed un secondo dispositivo di interfaccia (5, 5') configurati per coprire rispettivamente la prima e la seconda estremità (4a, 4b).

17. Serbatoio secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, comprendente inoltre una linea di distribuzione di propellente (13) o una porzione di una linea di distribuzione di propellente (13) attraversante almeno parzialmente detto volume interno, la linea di distribuzione di propellente (13) definendo un condotto nel quale può fluire propellente.

18. Serbatoio secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, comprendente inoltre un sistema di pressurizzazione (12) configurato per determinare il passaggio del corpo di contenimento (2) dalla prima condizione alla seconda condizione, opzionalmente il sistema di pressurizzazione (12) essendo configurato per determinare il passaggio del corpo di contenimento dalla prima condizione alla seconda condizione mediante immissione di combustibile in detto volume interno.

19. Veicolo spaziale (100) comprendente:

- un corpo scatolare a forma allungata sviluppantesi lungo una direzione prevalente di sviluppo (D'),

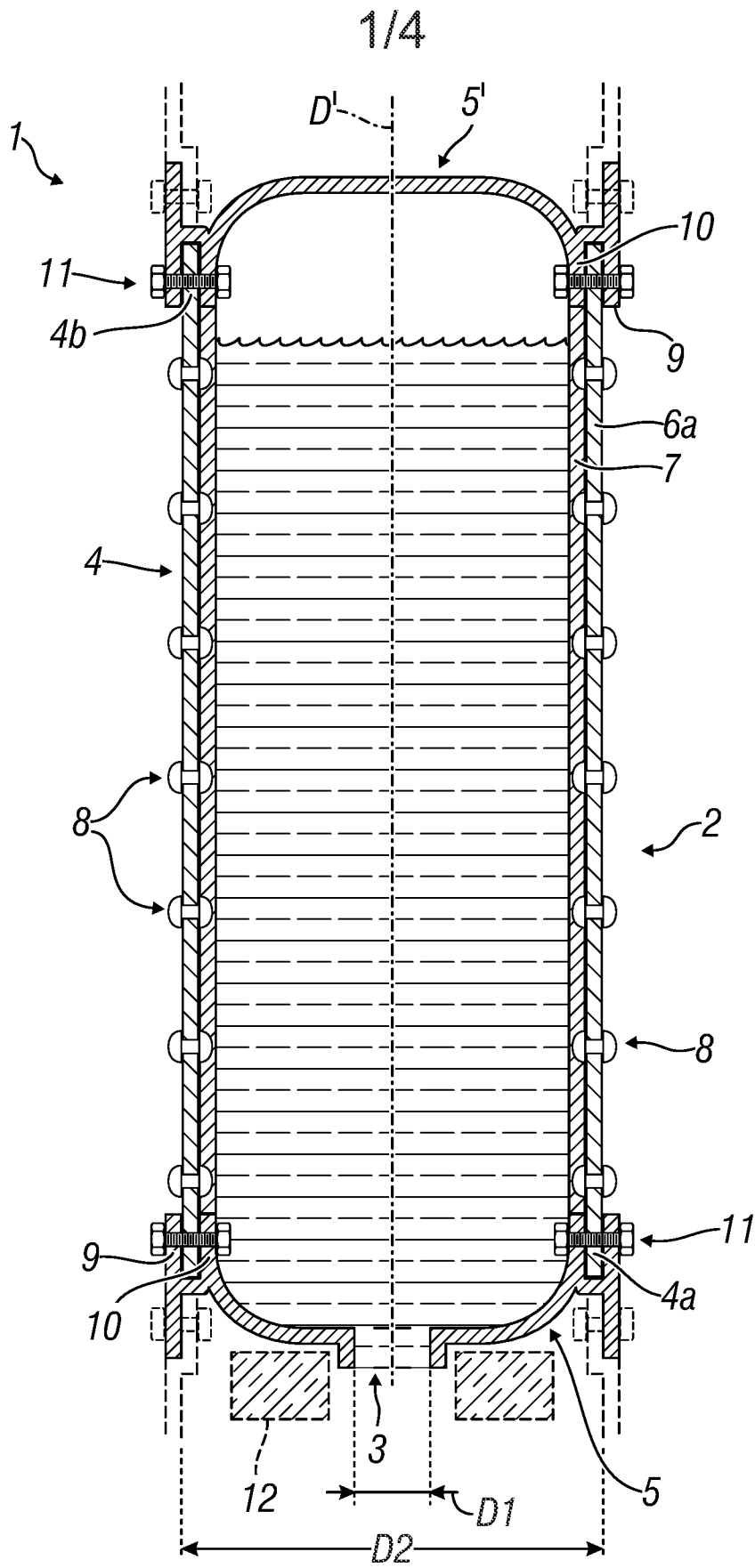
- almeno un serbatoio (1) in accordo a una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 18, il serbatoio (1) essendo configurato per contenere propellente,

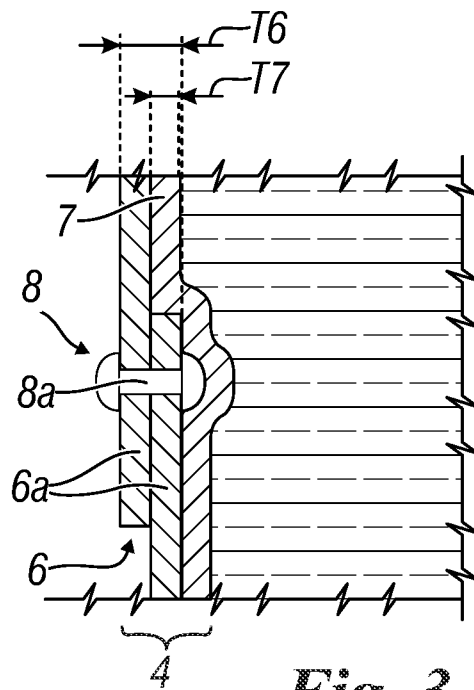
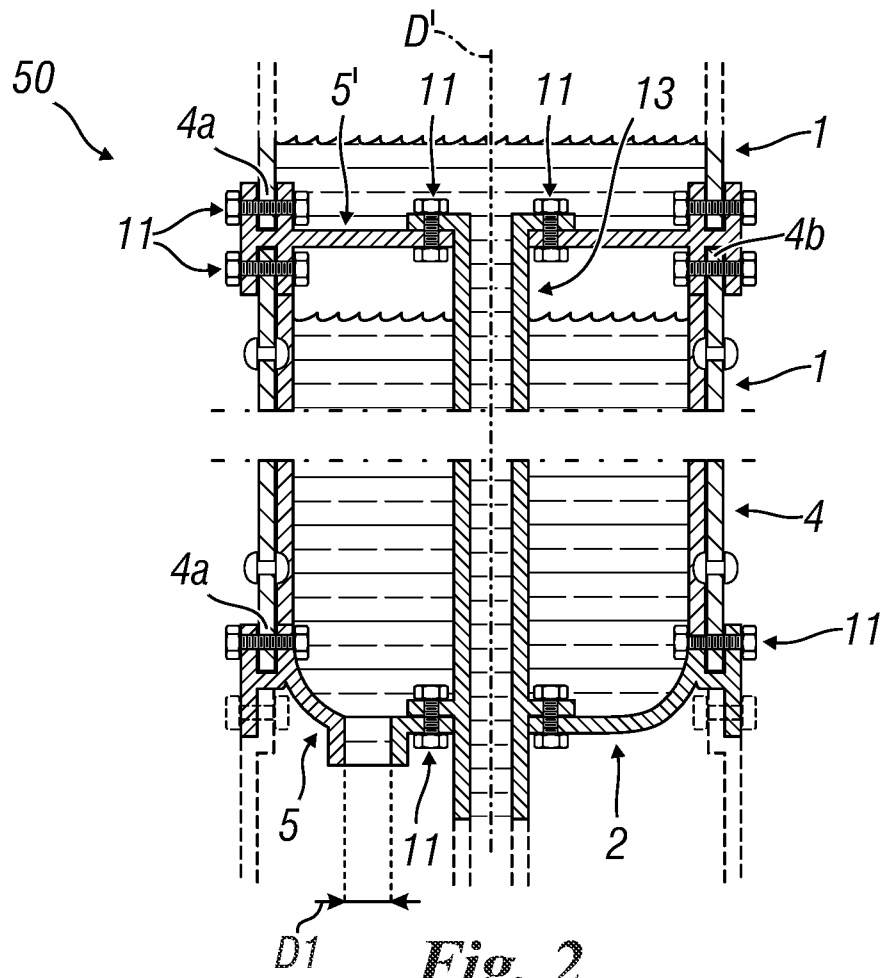
detto almeno un serbatoio (1) definendo almeno parzialmente il corpo scatolare, opzionalmente il veicolo comprendendo un primo ed un secondo serbatoio (1), ciascun serbatoio (1) essendo in accordo a una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 18 e definendo una rispettiva porzione di corpo scatolare.

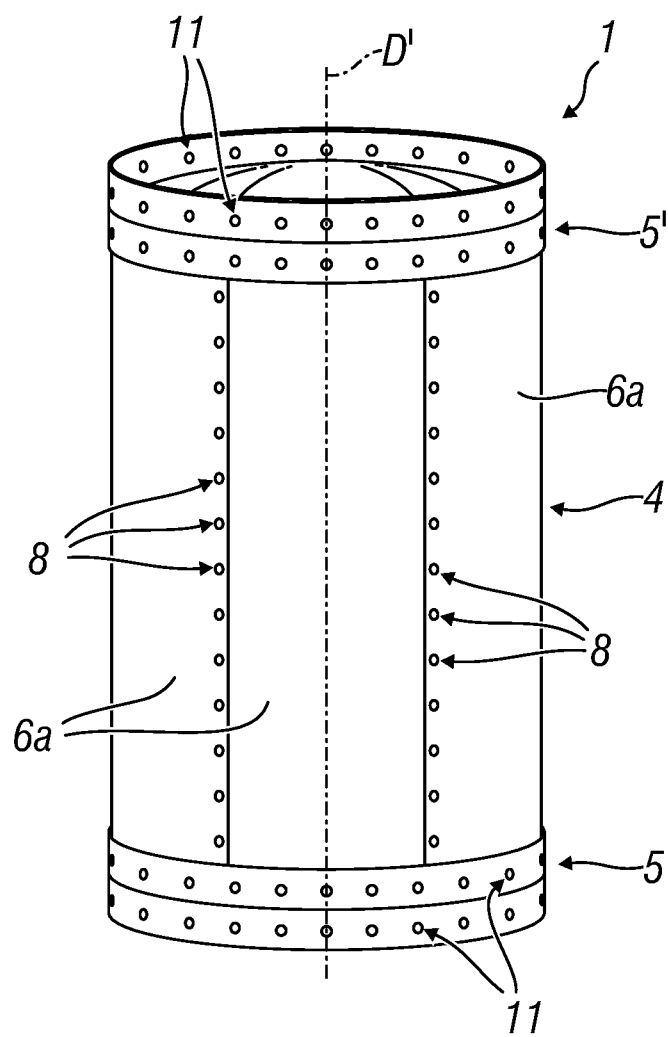
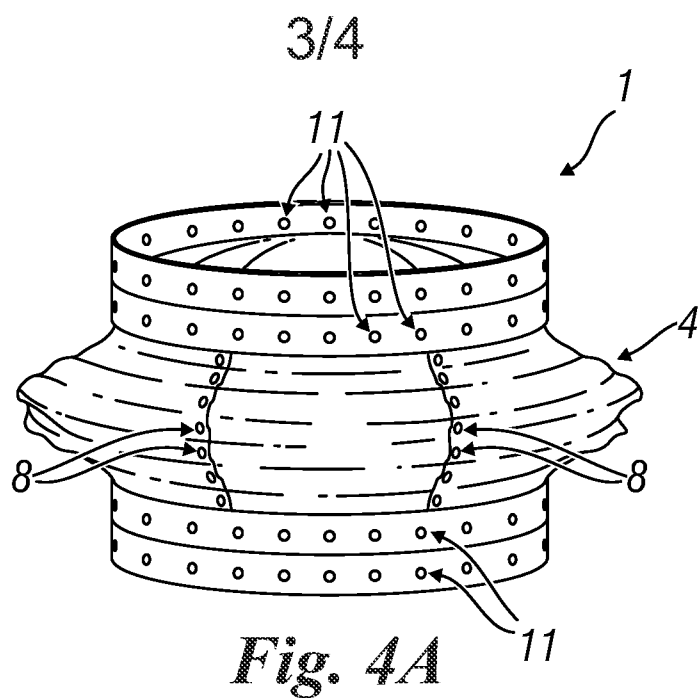
20. Metodo di operazione di un serbatoio (1) comprendente almeno le seguenti fasi:

- predisporre almeno un serbatoio (1) in accordo a una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 18, il serbatoio (1) essendo nella prima condizione o nella seconda condizione,

- determinare la transizione di detto almeno un serbatoio (1) dalla prima condizione alla seconda condizione o viceversa.







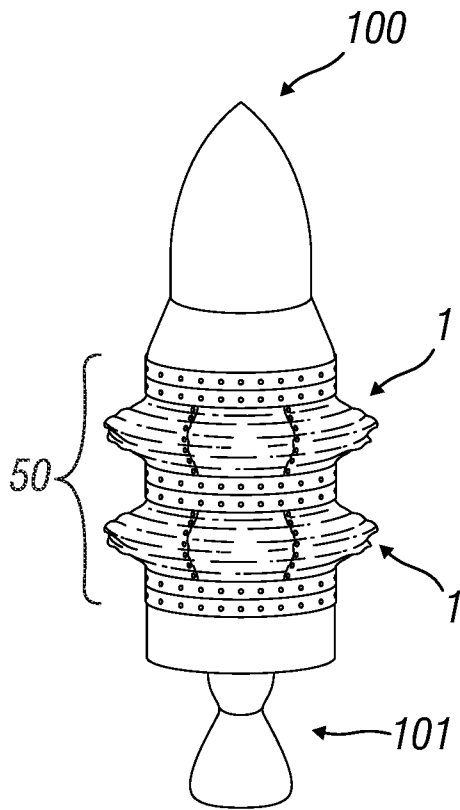


Fig. 5A

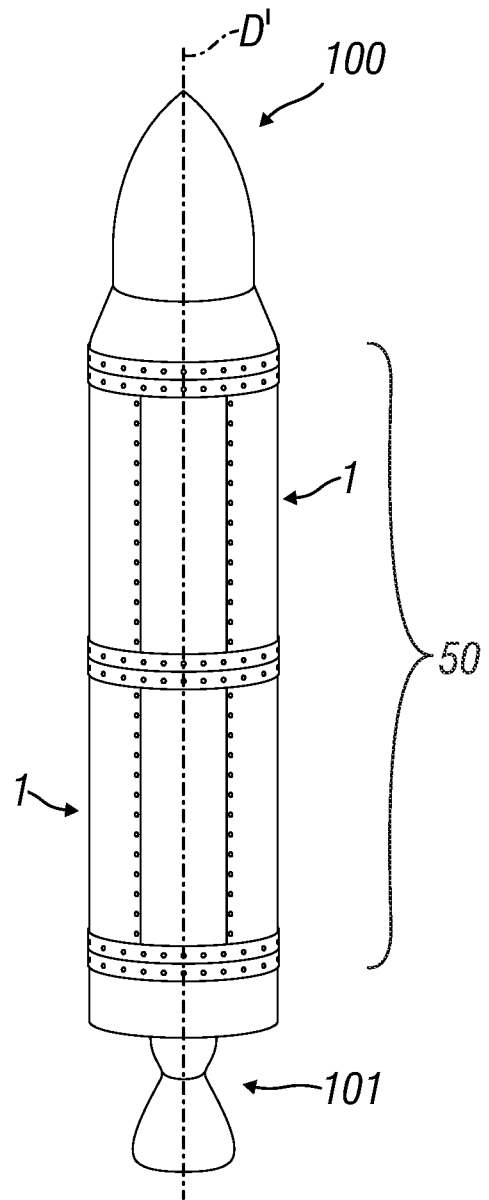


Fig. 5B