

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102021000024893
Data Deposito	29/09/2021
Data Pubblicazione	29/03/2023

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	01	D	25	24

Titolo

RIVESTIMENTI PROTETTIVI PER COMPONENTI DI MOTORE AERONAUTICO

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:
"RIVESTIMENTI PROTETTIVI PER COMPONENTI DI MOTORE
AERONAUTICO"

di GE AVIO S.R.L.

di nazionalità italiana

con sede: VIA I MAGGIO 99

10040 RIVALTA DI TORINO (TO)

Inventori: IURLARO Simone, GARGIOLI Alessio, GARABELLO
Marco, GAROFALO Salvatore, GILARDI Enrica, PICA Ottavia,
ARGENTIERI Giuseppe

RICERCA SPONSORIZZATA A LIVELLO FEDERALE

La presente invenzione è stata realizzata con il
supporto governativo.

CAMPO

La presente divulgazione riguarda generalmente
rivestimenti protettivi per componenti di motore
aeronautico, metodi per applicare rivestimenti protettivi e
componenti di motore aeronautico che includono un
rivestimento protettivo.

BACKGROUND

I componenti di motore aeronautico quali le
trasmissioni a ingranaggi, il serbatoio dell'olio e simili
possono utilizzare varie forme di protezione per attenuare

le varie fonti di calore, corrosione, sfregamento, manipolazione potenziali e simili. È desiderabile proteggere tali componenti di motore aeronautico, per esempio, per prolungarne la durata di funzionamento. Di conseguenza, vi è la necessità di rivestimenti protettivi migliorati per componenti di motore aeronautico, nonché di metodi migliorati per applicare rivestimenti protettivi e componenti di motore aeronautico che includono un rivestimento protettivo migliorato.

BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI

Una divulgazione completa ed esaustiva, inclusa la sua modalità migliore, indirizzata ad un comune esperto nella tecnica, è riportata nella specifica, che fa riferimento alle figure allegate, in cui:

la figura 1 rappresenta schematicamente una vista in prospettiva di un componente di motore aeronautico esemplificativo;

la figura 2 rappresenta schematicamente una vista in sezione trasversale di una parete del componente di motore aeronautico della figura 1, con un rivestimento protettivo esemplificativo applicato sulla parete del componente di motore aeronautico; e

la figura 3 mostra un diagramma di flusso che rappresenta un metodo per applicare un rivestimento protettivo su un componente di motore aeronautico.

L'uso ripetuto di caratteri di riferimento nella presente specifica e nei disegni intende rappresentare caratteristiche o elementi uguali o analoghi della presente divulgazione.

DESCRIZIONE DETTAGLIATA

Si farà ora riferimento in dettaglio alle forme di realizzazione esemplificative dell'argomento in oggetto descritto nella presente, uno o più esempi del quale sono illustrati nei disegni. Ogni esempio è fornito a titolo esplicativo e non dovrebbe essere considerato come limitante la presente divulgazione. Infatti, risulterà evidente agli esperti nella tecnica che è possibile apportare varie modifiche e variazioni nella presente divulgazione senza scostarsi dall'ambito di protezione della presente divulgazione. Per esempio, le caratteristiche illustrate o descritte come parte di una forma di realizzazione possono essere utilizzate con un'altra forma di realizzazione per ottenere ancora un'altra forma di realizzazione. Quindi, resta inteso che la presente divulgazione copre tali modifiche e variazioni come rientranti nell'ambito di protezione delle rivendicazioni allegate e dei loro equivalenti.

Occorre comprendere che i termini "superiore", "inferiore", "verso l'esterno", "verso l'interno" e simili sono termini di convenienza e non devono essere considerati

come termini limitativi. Come utilizzati nella presente, i termini "primo", "secondo" e "terzo" possono essere utilizzati in modo intercambiabile per distinguere un componente da un altro e non intendono indicare l'ubicazione o l'importanza dei singoli componenti. I termini "un/uno/una" non indicano una limitazione di quantità, ma piuttosto indicano la presenza di almeno uno degli elementi a cui si fa riferimento.

Il linguaggio approssimativo, come utilizzato qui in tutta la specifica e nelle rivendicazioni, può essere applicato per modificare qualsiasi rappresentazione quantitativa che potrebbe possibilmente variare senza determinare cambiamenti della funzione di base a cui è correlato. Di conseguenza, un valore modificato da un termine o da termini, quali "circa", "sostanzialmente" e "approssimativamente", non deve essere limitato al valore preciso specificato. In almeno alcuni casi, il linguaggio approssimativo può corrispondere alla precisione di uno strumento per misurare il valore o alla precisione dei metodi o delle macchine per realizzare o produrre i componenti e/o i sistemi. Per esempio, il linguaggio approssimativo può riferirsi come rientrante in un margine del 10 per cento.

Qui e in tutta la specifica e nelle rivendicazioni, le limitazioni di intervallo sono combinate e intercambiate, tali intervalli sono identificati e includono tutti i sotto-

intervalli contenuti in essi, a meno che il contesto o il linguaggio indichi diversamente. Per esempio, tutti gli intervalli descritti nella presente includono gli estremi e gli estremi sono combinabili indipendentemente tra loro.

La presente divulgazione riguarda in generale rivestimenti protettivi per componenti di motore aeronautico, nonché metodi per applicare rivestimenti protettivi e componenti di motore aeronautico che includono un rivestimento protettivo. I rivestimenti protettivi divulgati nella presente possono fornire protezione da una varietà di fonti di calore, incendio, corrosione, sfregamento, manipolazione e simili. I rivestimenti protettivi esemplificativi possono presentare buone proprietà termiche in presenza di calore e/o incendio, presentando anche buone tenacità superficiale e resistenza a materiali corrosivi. Le proprietà termiche dei rivestimenti protettivi esemplificativi possono includere buone proprietà isolanti e/o buone proprietà ablativo. Buone proprietà isolanti possono includere una bassa conduttività termica. Buone proprietà ablativo possono includere un'elevata temperatura di ablazione, un elevato calore di ablazione e/o un'elevata temperatura di uso continuo.

Un rivestimento protettivo può fornire protezione termica mediante isolamento, per esempio, quando il rivestimento protettivo è ad una temperatura al di sotto di

una temperatura di ablazione. In aggiunta, o in alternativa, un rivestimento protettivo può fornire protezione termica mediante ablazione, per esempio, quando il rivestimento protettivo supera la temperatura di ablazione. Come utilizzato nella presente, il termine "ablazione" o "proprietà ablative" si riferisce alla protezione termica basata su trasformazioni fisicochimiche di un materiale solido quando esposto a calore convettivo o radiante sufficientemente elevato. La protezione termica mediante ablazione di un rivestimento protettivo può essere quantificata almeno in parte dal calore di trasformazione di fase e chimica del rivestimento protettivo e/o dalla riduzione del flusso di calore attribuibile a uno o più tra pirolisi, carbonizzazione, fusione, sublimazione, vaporizzazione, scheggiatura, rigonfiamento e simili. In alcune forme di realizzazione, un rivestimento protettivo che fornisce protezione termica mediante ablazione può includere un materiale intumescente. Come utilizzato nella presente, un "materiale intumescente" si riferisce ad un materiale che gonfia come conseguenza dell'esposizione al calore, portando ad un aumento di volume e a una diminuzione di densità. Un materiale intumescente può produrre carbonizzazione, quale carbonizzazione lieve o carbonizzazione intensa. Tale carbonizzazione può presentare una conduttività di calore relativamente bassa. Come

utilizzato nella presente, le "proprietà intumescenti" si riferiscono al rigonfiamento e/o alla produzione di carbonizzazione come conseguenza di esposizione al calore.

In alcune forme di realizzazione, un rivestimento protettivo che presenta proprietà ablativie e/o un materiale intumescente può essere sottoposto ad una reazione chimica quando riscaldato per formare uno strato termoisolante, espanso. In aggiunta, o in alternativa, quando esposti al calore, uno o più componenti nel rivestimento protettivo possono formare una carbonizzazione o una fusione, che può espandersi fino a formare uno strato poroso o simile a spugna che fornisce una protezione fisica e un isolamento termico di un materiale di base dall'ulteriore esposizione al calore.

In aggiunta a buone proprietà termiche, i rivestimenti protettivi esemplificativi possono avere una combinazione di tenacità superficiale e morbidezza di massa che consente al rivestimento protettivo di fornire buona protezione da usura e strappo. Inoltre, i rivestimenti protettivi esemplificativi possono fornire protezione da corrosione, per esempio, nel caso di esposizione a materiali corrosivi quali olio, carburante, fluido idraulico, fluidi alcalini, fluidi detergenti, solventi o acqua salina, nonché altri fluidi comunemente associati al funzionamento di velivoli, motori aeronautici e sistemi correlati.

Questi e altri vantaggi dei rivestimenti protettivi

divulgati nella presente possono essere conseguiti mediante una combinazione di strati che forniscono un effetto sinergico. I rivestimenti protettivi esemplificativi possono includere un agente di accoppiamento silanico e un titanato organico che insieme permettono un'unione migliorata tra la superficie di un componente aeronautico e i polimeri siliconici che compongono la maggior parte dello spessore del rivestimento protettivo. L'agente di accoppiamento silanico e il titanato organico possono essere dispersi in un solvente organico che lascia da pochi residui a nessun residuo. I rivestimenti protettivi esemplificativi possono includere uno strato di elastomero siliconico formato da una formulazione di polimero siliconico che include uno o più polimeri siliconici e uno o più materiali riempitivi. Quando induriti, l'uno o più polimeri siliconici e l'uno o più materiali riempitivi possono formare uno strato di elastomero siliconico che include l'uno o più materiali riempitivi dispersi in una matrice di polimeri siliconici reticolati. In aggiunta, l'uno o più polimeri siliconici possono unirsi all'agente di accoppiamento silanico e/o al titanato organico nello strato primario. In alcune forme di realizzazione, la formulazione di polimero siliconico può includere un agente di silanizzazione che può migliorare l'unione tra i polimeri siliconici nella formulazione di polimero siliconico e l'agente di accoppiamento silanico e/o

il titanato organico nello strato primario. In aggiunta, o in alternativa, l'agente di silanizzazione può migliorare l'unione all'interno della formulazione di polimero siliconico, inclusa l'unione tra materiali riempitivi e polimeri siliconici. Una porzione verso l'interno del rivestimento protettivo può avere una densità da bassa a media e una durezza Shore A da morbida a medio-morbida, mentre una porzione verso l'esterno del rivestimento protettivo può avere una densità da media ad alta con una durezza Shore A in qualche modo superiore, fornendo così una combinazione di buona resistenza alle abrasioni nonché agli impatti e simili.

Queste e altre proprietà sono ottenute almeno in parte grazie alla composizione delle rispettive parti dei rivestimenti protettivi divulgati nella presente. Per esempio, mediante formulazione di un rivestimento protettivo secondo la presente divulgazione, è possibile applicare rivestimenti protettivi molto più spessi su componenti aeronautici, mantenendo buona unione con la superficie del componente aeronautico nonché all'interno del rivestimento protettivo stesso. La combinazione di buone unioni in corrispondenza della superficie e all'interno del rivestimento protettivo permette buona resilienza, attenuando la possibilità di fessurazioni, frammenti o delaminazione e simili che influiscono sulla longevità del

rivestimento protettivo. Per esempio, i rivestimenti protettivi divulgati nella presente possono avere uno spessore di diversi millimetri, per esempio fino a 10 millimetri o più. Tale spessore incrementato può permettere una protezione migliorata da fonti di calore, incluse proprietà isolanti e/o proprietà ablativistiche migliorate, nonché protezione migliorata da usura e strappo, materiali corrosivi e simili. Vantaggiosamente, i rivestimenti protettivi divulgati nella presente includono preferibilmente polimeri siliconici e materiali riempitivi che, quando induriti, forniscono un rivestimento protettivo che mantiene sostanzialmente la sua dimensione e la sua forma quando esposto a calore e/o fiamme, per esempio, sostanzialmente senza presentare espansione termica quando al di sotto di una temperatura di soglia per l'uso continuo. Per esempio, in alcune forme di realizzazione, i rivestimenti protettivi divulgati nella presente possono resistere a temperature di funzionamento continue sostenute fino a 315°C o più. In alcune forme di realizzazione, un rivestimento protettivo può essere formulato per presentare proprietà intumescenti, se desiderato.

I rivestimenti protettivi divulgati nella presente sono generalmente concepiti per essere applicati sulla superficie di componenti di motore aeronautico. Si apprezzerà, tuttavia, che i componenti di motore aeronautico sono

soltanto un uso esemplificativo dei rivestimenti protettivi divulgati nella presente e che i rivestimenti protettivi possono essere applicati in aggiunta o in alternativa su qualsiasi componente che potrebbe trarre beneficio dalla protezione contro l'esposizione a fonti di calore, usura e strappo e/o fluidi corrosivi o altri materiali. Per esempio, i rivestimenti protettivi descritti nella presente possono essere applicati su qualsiasi tipo di motore, qualsiasi tipo di componente aeronautico, qualsiasi tipo di apparecchiatura industriale e così via.

Facendo riferimento ora alla figura 1, un componente esemplificativo 100 può includere una trasmissione a ingranaggi 102 e/o un serbatoio dell'olio 104. La trasmissione a ingranaggi 102 può essere configurata come una trasmissione a ingranaggi di potenza configurata per trasferire potenza da una turbomacchina ad un gruppo ventola o elica (non mostrato). Per esempio, la trasmissione a ingranaggi 102 può includere un gruppo di ingranaggi epicicloidali 106 configurato per accoppiare il gruppo ventola o elica alla turbomacchina. In alternativa, la trasmissione a ingranaggi 102 può essere configurata come trasmissione a ingranaggi accessoria configurata per trasferire potenza da una turbomacchina ad uno o più sistemi accessori di un motore aeronautico o altri sistemi aeronautici.

Un rivestimento protettivo 108 può coprire tutta o una porzione di una parete 200 del componente 100 quale la trasmissione a ingranaggi 102 e/o il serbatoio dell'olio 104 come mostrato nella figura 1. Si apprezzerà che la trasmissione a ingranaggi 102 e il serbatoio dell'olio 104 mostrati nella figura 1 sono forniti a titolo di esempio e non come limitazione. Ulteriori esempi di componenti di motore aeronautico che possono ricevere il rivestimento protettivo 108 includono involucri di turbomacchina, camere di combustione, condotti di scarico, condotti di bypass, scambiatori di calore, sistemi di carburante, sistemi dell'olio, paratie parafiamma e così via. Infatti, i rivestimenti protettivi 108 divulgati nella presente possono essere adatti per qualsiasi componente di motore aeronautico che può essere esposto a fonti di calore, incendio, corrosione, sfregamento, manipolazione e simili.

Facendo riferimento alla figura 2, il rivestimento protettivo 108 può essere applicato sulla parete 200 del componente 100. Il rivestimento protettivo 108 può essere applicato su tutta o su una porzione di una superficie 202 della parete 200, quale la superficie 202 che può essere esposta a una fonte di calore 204. La superficie 202 può essere una superficie esterna o una superficie interna. La fonte di calore 204 può includere una fonte di calore esistente quale una fiamma da un bruciatore o fumi da un

condotto di scarico. In aggiunta, o in alternativa, la fonte di calore 204 può includere una potenziale fonte di calore, quale un'area che può essere esposta a fiamme, scintille, scorie, braci, fumi, gas caldi, residui di combustione e simili in caso di emergenza o avaria.

I rivestimenti protettivi 108 divulgati nella presente sono adatti per l'uso con componenti di motore aeronautico 100 formati da leghe di metallo, quali leghe di alluminio, leghe di magnesio e leghe che includono una combinazione di alluminio e magnesio. I rivestimenti protettivi 108 possono essere adatti, per esempio, per l'uso con componenti 100 che sono formati mediante qualsiasi processo di produzione, inclusi colata, forgiatura, lavorazione alla macchina, produzione additiva, produzione sottrattiva e così via. A titolo di esempio, il rivestimento protettivo 108 può essere applicato a leghe di alluminio che includono cromo, rame, ferro, magnesio, manganese, titanio, scandio, silicio o zinco, nonché combinazioni di questi. Una lega di alluminio esemplificativa può avere una composizione che include alluminio, silicio, rame e magnesio. La lega di alluminio può essere formata, per esempio, secondo ASM4215. Come ulteriore esempio, il rivestimento protettivo 108 può essere applicato a leghe di magnesio che includono alluminio, rame, manganese, uno o più elementi delle terre rare, silicio, zinco o zirconio, nonché combinazioni di questi. Una lega di

magnesio esemplificativa può avere una composizione che include magnesio, zinco, terra rara e zirconio. La lega di magnesio può essere formata, per esempio, secondo ASM4439. I rivestimenti protettivi 108 divulgati nella presente possono anche essere adatti per l'uso con vari altri materiali, incluse leghe di acciaio, leghe di nichel-cromo, fibre di carbonio, ceramica, plastica e così via.

Come mostrato nella figura 2, e come verrà discusso in maggiore dettaglio nella presente, il rivestimento protettivo 108 può includere generalmente uno strato primario 206 che copre almeno parzialmente la superficie 202 della parete 200 del componente 100, uno strato di elastomero siliconico 208 che copre almeno parzialmente lo strato primario 206 e uno strato resistente all'abrasione 210 che copre almeno parzialmente lo strato di elastomero siliconico 208. Lo strato primario 206 può includere un agente di accoppiamento silanico e un titanato organico. Lo strato di elastomero siliconico 208 può includere uno o più materiali riempitivi dispersi in una matrice di polimeri siliconici reticolati. Lo strato resistente all'abrasione 210 può includere uno o più materiali di rinforzo fibrosi dispersi in una matrice di polimeri siliconici reticolati. In alcune forme di realizzazione, la superficie 202 della parete 200 del componente 100 può ricevere un trattamento superficiale 212 in preparazione al rivestimento protettivo 108. Il

trattamento superficiale 212 può essere incluso come strato di base del rivestimento protettivo 108 e/o il trattamento superficiale 212 può definire una proprietà della superficie 202 della parete 200 del componente 100 su cui può essere applicato il rivestimento protettivo 108.

In alcune forme di realizzazione, il trattamento superficiale 212 può includere un rivestimento di conversione chimica, quale un rivestimento di conversione di cromato. In aggiunta, o in alternativa, il trattamento superficiale 212 può includere un rivestimento anodizzante. Il trattamento superficiale 212 può fornire adesione migliorata tra la superficie 202 della parete 200 e lo strato primario 206. Un rivestimento di conversione chimica può essere applicato immergendo il componente 100 in un bagno chimico che contiene ioni di metallo adatti, quali ioni di cromo. Un rivestimento anodizzante può essere applicato immergendo componente 100 in un bagno elettrolitico che contiene un acido adatto, quale acido cromico, acido solforico, acido fosforico e così via, facendo passare al contempo una corrente elettrica attraverso il bagno. Un rivestimento di conversione di cromato e/o un rivestimento anodizzante può essere particolarmente adatto per componenti 100 formati da leghe di alluminio e/o magnesio.

Lo strato primario 206 può essere applicato su tutta o su una porzione della superficie 202 della parete 200 del

componente 100. In alcune forme di realizzazione, lo strato primario 206 può essere applicato sopra la superficie 202 che ha ricevuto il trattamento superficiale 212. Lo strato primario 206 può includere un agente di accoppiamento silanico e/o un titanato organico. L'agente di accoppiamento silanico può essere selezionato per fornire un'unione duratura tra la superficie 202 o il trattamento superficiale 212 del componente 100 e lo strato di elastomero siliconico 208 da applicare sopra lo strato primario 206. L'agente di accoppiamento silanico può includere gruppi funzionali idrolizzabili, quali gruppi acilossi, gruppi alcossilici, gruppi amminici, gruppi butilici, gruppi etossi, gruppi etilici, gruppi alogeno o gruppi fenilici, nonché combinazioni di questi. I gruppi funzionali idrolizzabili possono formare prodotti di condensazione stabili con ossidi di alluminio e/o ossidi di magnesio, nonché altri ossidi metallici. Dopo l'idrolisi, l'agente di accoppiamento silanico può includere gruppi silanolo che possono reagire con i polimeri siliconici per formare legami silossano durante il processo di indurimento della formulazione utilizzata per formare lo strato di elastomero siliconico 208. Questi legami silossano possono essere particolarmente stabili e favorire così una buona adesione tra lo strato primario 206 e lo strato di elastomero siliconico 208. Agenti di accoppiamento silanico esemplificativi possono includere

trialcossisilano, monoalcossisilano o silano dipodal. Ulteriori agenti di accoppiamento silanico esemplificativi possono includere un estere dell'acido silicico, quale tetrametossisilano, metil silicato, tetraetossisilano, etil polisilicato, tetrapropossisilano, tetraisopropossisilano, tetrabutossisilano o tetrakis(butossietossi)silano, nonché combinazioni di questi.

Il titanato organico può essere selezionato analogamente per fornire un'unione duratura tra la superficie 202 o il trattamento superficiale 212 del componente 100 e lo strato di elastomero siliconico 208 da applicare sopra lo strato primario 206. Il titanato organico può includere gruppi funzionali idrolizzabili che reagiscono con ossidi di alluminio e/o ossidi di magnesio, nonché altri ossidi metallici. In alcune forme di realizzazione, l'idrolisi del titanato organico può formare uno strato monomolecolare sulla superficie 202 o sul trattamento superficiale 212 del componente 100, per esempio, senza fornire un prodotto di condensazione. In aggiunta, o in alternativa, il titanato organico può includere gruppi funzionali termoindurenti che possono formare legami con le catene idrocarburiche dei polimeri siliconici e/o il titanato organico può includere catene idrocarburiche che possono legarsi ai polimeri siliconici mediante le forze di Van der Waals. Gruppi funzionali termoindurenti

esemplificativi del titanato organico possono includere gruppi acrilato, gruppi alchilici, gruppi amminici, gruppi dell'acido carbossilico, gruppi epossidici, gruppi ossidrilici, gruppi mercaptano o gruppi vinilici, nonché combinazioni di questi. In aggiunta, o in alternativa, in alcune forme di realizzazione, il titanato organico può idrolizzare per fornire ossidi di titanio quale diossido di titanio che può catalizzare o reagire con i polimeri siliconici nella formulazione utilizzata per formare lo strato di elastomero siliconico 208. Per esempio, un titanato organico può includere un contenuto di diossido di titanio da circa il 15% in moli a circa il 30% in moli, per esempio da circa il 20% in moli a circa il 25% in moli. Titanati organici esemplificativi possono includere etil acetoacetato titanato, di-iso-butossi titanio, di-n-butossi titanio, di-iso-propossi titanio, n-butil-polititanato, tetra n-butil titanato, titanio tetrabutanolato, titanio butossido, titanio etilacetoacetato o titanio tetraisopropossido, nonché combinazioni di questi.

Lo strato primario 206 può essere fornito in una soluzione che include l'agente di accoppiamento silanico, il titanato organico e un solvente organico quale un solvente alifatico. In una forma di realizzazione esemplificativa, il solvente organico può includere nafta. Il solvente organico, quale nafta, può essere selezionato per avere da pochi

residui a nessun residuo. La sostanziale assenza di residui provenienti dallo strato primario favorisce una buona funzionalità dell'agente di accoppiamento silanico e del titanato organico, per esempio, rispetto a reazioni di reticolazione con i polimeri siliconici nello strato di elastomero siliconico 208. La soluzione può includere un solvente organico in una quantità da circa il 75% in peso a circa il 95% in peso, per esempio da circa il 77% in peso a circa il 94% in peso o per esempio da circa l'80% in peso a circa l'85% in peso. L'agente di accoppiamento silanico può essere incluso nella soluzione in una quantità da circa il 2% in peso a circa il 10% in peso, per esempio da circa il 4% in peso a circa il 6% in peso. Il titanato organico può essere incluso nella soluzione in una quantità da circa il 2% in peso a circa il 10% in peso, per esempio da circa il 4% in peso a circa il 6% in peso. A titolo di esempio, una soluzione esemplificativa che può essere utilizzata per applicare lo strato primario 206 può includere da circa il 75% in peso a circa il 95% in peso, per esempio da circa l'82% in peso a circa l'88% in peso di nafta alifatica leggera; da circa il 4% in peso a circa il 6% in peso di tetrakis(2-butoossietil) ortosilicato; e da circa il 4% in peso a circa il 6% in peso di tetra n-butil titanato. Tale soluzione è disponibile in commercio come DOWSIL™ PR-1200, Dow Chemical Company, Midland, MI.

Dopo che il solvente organico è evaporato almeno parzialmente, evaporato preferibilmente del tutto, lo strato primario 206 può includere un agente di accoppiamento silanico in una quantità da circa il 15% in peso a circa l'85% in peso, per esempio da circa il 15% in peso a circa il 40% in peso, per esempio da circa il 40% in peso a circa il 60% in peso o per esempio da circa il 60% in peso a circa l'85% in peso. In aggiunta, o in alternativa, dopo che il solvente organico è stato almeno fatto evaporare, preferibilmente fatto evaporare del tutto, lo strato primario 206 può includere un titanato organico in una quantità da circa il 15% in peso a circa l'85% in peso, per esempio da circa il 15% in peso a circa il 40% in peso, per esempio da circa il 40% in peso a circa il 60% in peso o per esempio da circa il 60% in peso a circa l'85% in peso.

Lo strato di elastomero siliconico 208 può essere applicato sopra almeno una porzione dello strato primario 206. Lo strato di elastomero siliconico 208 può essere fornito per mezzo di una o più formulazioni di polimero siliconico che possono essere applicate sullo strato primario 206 utilizzando un'apparecchiatura di spruzzatura standard e/o utilizzando un'apparecchiatura di spalmatura/stampaggio standard. Una volta indurite, l'una o più formulazioni di polimero siliconico possono includere uno o più materiali riempitivi dispersi in una matrice di

polimeri siliconici reticolati. Le formulazioni di polimero siliconico divulgate nella presente possono essere utilizzate per formare lo strato di elastomero siliconico 208 che ha buone proprietà isolanti e/o buone proprietà di ablazione in presenza della fonte di calore 204. Lo strato di elastomero siliconico 208 può anche presentare buone proprietà elastomeriche che, per esempio, possono fornire protezione da usura e strappo derivanti da rigonfiamenti, graffi, urti e simili che possono verificarsi nel corso dell'installazione, della manutenzione, della manipolazione e del funzionamento. Formulazioni di polimero siliconico esemplificative possono includere uno o più polimeri siliconici e uno o più materiali riempitivi. L'uno o più polimeri siliconici possono essere reticolati o induriti, per esempio, mediante qualsiasi agente reticolante adatto. In aggiunta, o in alternativa, l'uno o più polimeri siliconici possono essere auto-indurenti in presenza di umidità atmosferica.

Polimeri siliconici esemplificativi possono includere silicone di vulcanizzazione a temperatura ambiente (RTV, Room-Temperature-Vulcanizing) o gomma siliconica liquida, nonché combinazioni di questi. I siliconi RTV adatti possono essere fatti indurire in presenza di umidità atmosferica, per esempio nel caso di formulazioni siliconiche monocomponente, che possono talvolta essere indicate come

"silicone RTV 1". In aggiunta, o in alternativa, siliconi RTV adatti possono essere fatti indurire in presenza di un catalizzatore, per esempio nel caso di formulazioni siliconiche bicomponente, che possono talvolta essere indicate come "silicone RTV 2". Il processo di indurimento di tali siliconi RTV può essere accelerato mediante calore o pressione. Un polimero siliconico può essere ricavato da uno o più poliorganosilossani, quali polidimetilsilossano, polimetilidrogensilossano, dimetildifenilpolisilossano, dimetil/metilfenilpolisilossano, polimetilfenilsilossano, metilfenil/dimetilsilossano, polidimetilsilossano vinildimetil-terminato, vinilmetil/dimetilpolisilossano, vinilmetil/dimetilpolisilossano vinildimetil-terminato, polidimetilsilossano divinilmetil-terminato, polidimetilsilossano vinilfenilmetil-terminato, polidimetilsilossano dimetilidro-terminato, metilidro/dimetilpolisilossano, metilottilpolisilossano metilidro-terminato, metilidro/fenilmetil polisilossano, oligosilossani o polisilossani fluoro-modificati, nonché combinazioni di questi. Per formare un elastomero siliconico, l'uno o più poliorganosilossani possono essere reticolati utilizzando qualsiasi tecnica adatta, quale indurimento con catalizzatore, termoindurimento o simili. È possibile utilizzare qualsiasi agente reticolante adatto, quali alcossi silani che includono uno o più gruppi

funzionali reticolanti quali gruppi alchilici, gruppi alchenilici, gruppi carbossialchilici, nonché combinazioni di questi. È possibile utilizzare qualsiasi catalizzatore adatto, quale un catalizzatore platino, un catalizzatore perossido o un catalizzatore stagno. Si apprezzerà che i componenti di polimero siliconico summenzionati sono forniti a titolo di esempio e non come limitazione e che lo strato di elastomero siliconico 208 può includere altri tipi di polimeri siliconici e/o che lo strato di elastomero siliconico 208 può includere altri componenti, senza scostarsi dall'ambito di protezione della presente divulgazione.

Lo strato di elastomero siliconico 208 può includere uno o più materiali riempitivi dispersi in una matrice di polimeri siliconici reticolati. Materiali riempitivi esemplificativi che possono essere inclusi in una formulazione di polimero siliconico che può essere utilizzata per formare lo strato di elastomero siliconico 208 includono microsfere di vetro (cave o piene), fibre di vetro, cenosfere, silice fumata, silice precipitata, fibre di silice, diossido di silicio, carburo di silicio, diossido di titanio, ossido di zinco, minerali delle terre rare, minerali di silicato, inosilicati, silicato di alluminio, allumina triidrato, microparticelle di poliepossido, microsfere di resina fenolica (cave o piene), ceramica, fibre

di carbonio, nerofumo, grafene, fibre cellulosiche o sughero, nonché combinazioni di questi. Materiali riempitivi esemplificativi possono avere una larghezza in sezione trasversale media da circa 10 nanometri (nm) a circa 1000 micrometri (μm), per esempio da circa 10 nm a circa 1000 nm, per esempio da circa 100 nm a circa 500 nm, per esempio da circa 1 μm a circa 1000 μm , per esempio da circa 10 μm a circa 500 μm o per esempio da circa 100 μm a circa 1000 μm . Si apprezzerà che i materiali riempitivi summenzionati sono forniti a titolo di esempio e non di limitazione e che lo strato di elastomero siliconico 208 può includere altri tipi di materiali riempitivi senza scostarsi dall'ambito di protezione della presente divulgazione.

Il particolare materiale riempitivo (i particolari materiali riempitivi) e la sua quantità (la loro quantità) in una formulazione di polimero siliconico possono essere selezionati per conseguire le proprietà di materiale desiderate dello strato di elastomero siliconico 208 risultante. Uno strato di elastomero siliconico 208 esemplificativo può includere uno o più riempitivi in una quantità, singolarmente o collettivamente, da circa lo 0,1% in volume a circa il 90% in volume, per esempio da circa l'1% in volume a circa l'80% in volume, per esempio da circa il 5% in volume a circa il 60% in volume, per esempio da circa il 10% in volume a circa il 60% in volume, per esempio

da circa il 20% in volume a circa il 50% in volume, per esempio da circa il 30% in volume a circa il 40% in volume o per esempio da circa il 60% in volume a circa il 90% in volume. Il contenuto di riempitivo totale dello strato di elastomero siliconico 208 può essere di almeno circa l'1% in volume, per esempio almeno circa il 5% in volume, per esempio almeno circa il 10% in volume, per esempio almeno circa il 20% in volume, per esempio almeno circa il 30% in volume, per esempio almeno circa il 40% in volume, per esempio almeno circa il 50% in volume, per esempio almeno circa il 60% in volume, per esempio almeno circa il 70% in volume o per esempio almeno circa l'80% in volume.

In alcune forme di realizzazione, lo strato di elastomero siliconico 208 può includere un agente di silanizzazione, quale un amminosilano, un glicidossisilano o un mercaptosilano, nonché combinazioni di questi. L'agente di silanizzazione può formare legami silossano tra uno o più materiali nella formulazione di polimero siliconico utilizzata per formare lo strato di elastomero siliconico 208 e uno o più componenti dello strato primario 206. Per esempio, un agente di silanizzazione può formare legami silossano tra il titanato organico dello strato primario 206 e un polimero siliconico nella formulazione utilizzata per formare lo strato di elastomero siliconico 208. In aggiunta, o in alternativa, un agente di silanizzazione può formare

legami silossano tra il titanato organico dello strato primario 206 e uno o più materiali riempitivi nella formulazione utilizzata per formare lo strato di elastomero siliconico 208 e/o tra il polimero siliconico e l'uno o più materiali riempitivi nella formulazione utilizzata per formare lo strato di elastomero siliconico 208. Amminosilani adatti possono includere (3-amminopropil)trietossisilano, (3-amminopropil)-dietossi-metilsilano, (3-amminopropil)-dimetil-etossisilano, (3-amminopropil)-trimetossisilano. Un glicidossisilano esemplificativo può includere (3-glicidossipropil)-dimetil-etossisilano. Mercaptosilani esemplificativi includono (3-mercaptopropil)-trimetossisilano e (3-mercaptopropil)-metil-dimetossisilano.

In alcune forme di realizzazione, lo strato di elastomero siliconico 208 può includere un materiale intumescente. Un materiale intumescente può includere un materiale che produce carbonizzazione quando esposto al calore. Per esempio, una formulazione di polimero siliconico può includere un materiale intumescente. In alcune forme di realizzazione, un polimero siliconico può presentare proprietà intumescenti. In aggiunta, o in alternativa, lo strato di elastomero siliconico 208 può includere uno o più materiali intumescenti che vengono utilizzati come materiali riempitivi. Per esempio, l'uno o più materiali intumescenti possono essere dispersi in una matrice di polimeri siliconici

reticolati. Ulteriori materiali intumescenti esemplificativi che possono essere inclusi nello strato di elastomero siliconico 208 includono vinil acetati, stiren acrilati, nonché combinazioni di questi. Un materiale intumescente esemplificativo può includere una formulazione di carbonizzazione lieve. La formulazione di carbonizzazione lieve può includere polifosfato di ammonio, pentaeritritolo o melammina, nonché combinazioni di questi. La formulazione di carbonizzazione lieve può produrre lieve carbonizzazione quando esposta al calore. In aggiunta, o in alternativa, un materiale intumescente esemplificativo può includere una formulazione di carbonizzazione intensa. La formulazione di carbonizzazione intensa può includere uno o più silicati di sodio, uno o più fosfati di ammonio o grafite, nonché combinazioni di questi. La formulazione di carbonizzazione intensa può produrre carbonizzazione intensa quando esposta al calore. Uno o più materiali intumescenti, quali uno o più componenti in una formulazione di carbonizzazione lieve e/o uno o più componenti in una formulazione di carbonizzazione intensa, possono essere dispersi in una matrice, quale una matrice di polimeri siliconici reticolati, copolimeri di acetato o polimeri di stirene acrilato, nonché combinazioni di questi. Il materiale intumescente può formare un espanso carbonioso microporoso, per esempio, come conseguenza di una reazione chimica di uno o più componenti del materiale

intumescente.

Quando indurito, lo strato di elastomero siliconico 208 può avere buone proprietà termiche per resistere all'esposizione alla fonte di calore 204, incluse buone proprietà isolanti e/o buone proprietà ablativo. Per esempio, quando indurito, lo strato di elastomero siliconico 208 può avere una conduttività termica a 38°C da circa 0,05 W/mK a circa 0,15 W/mK, per esempio da circa 0,07 W/mK a circa 0,12 W/mK o per esempio da circa 0,08 W/mK a circa 0,11 W/mK, come misurato, per esempio, secondo ASTM C177. In aggiunta, o in alternativa, lo strato di elastomero siliconico 208 può avere un calore specifico a 24°C da circa 1,0 kJ/kg-K a circa 1,6 kJ/kg-K, per esempio da circa 1,2 kJ/kg-K a circa 1,6 kJ/kg-K o per esempio da circa 1,2 kJ/kg-K a circa 1,4 kJ/kg-K, come misurato, per esempio, secondo ASTM E1269-11 (2018). In aggiunta, o in alternativa, lo strato di elastomero siliconico 208 può avere una temperatura di ablazione da circa 450°C a circa 600°C, per esempio da circa 475°C a circa 550°C o per esempio da circa 500°C a circa 525°C, come misurato, per esempio, secondo ASTM E285-80 (2002). In aggiunta, o in alternativa, lo strato di elastomero siliconico 208 può avere un calore di ablazione da circa 40 megajoule per kilogrammo (MJ/kg) a circa 70 MJ/kg o per esempio da circa 50 MJ/kg a circa 60 MJ/kg, con un'esposizione al calore di 330 kilojoule per metro quadro

al secondo ($\text{kJ/m}^2\text{-sec}$), come misurato, per esempio, secondo ASTM E485-08 (2020). In aggiunta, o in alternativa, uno strato di elastomero siliconico 208 esemplificativo può avere una temperatura di uso continuo fino ad almeno circa 300°C , per esempio fino ad almeno circa 315°C o per esempio fino ad almeno circa 325°C . In aggiunta, o in alternativa, uno strato di elastomero siliconico 208 esemplificativo può presentare un'espansione termica da circa lo 0,2% a circa lo 0,01%, per esempio da circa lo 0,1% a circa lo 0,05% o per esempio da circa lo 0,09% a circa lo 0,07%, come misurato attraverso un aumento di temperatura da 3°C a 34°C .

Oltre a buone proprietà termiche, uno strato di elastomero siliconico 208 esemplificativo può avere una densità da bassa a media e una durezza Shore A da morbida a medio-morbida. Per esempio, uno strato di elastomero siliconico 208 esemplificativo può avere una densità da circa $0,2 \text{ g/cm}^3$ a circa $0,6 \text{ g/cm}^3$, per esempio da circa $0,2 \text{ g/cm}^3$ a circa $0,3 \text{ g/cm}^3$, per esempio da circa $0,35 \text{ g/cm}^3$ a circa $0,45 \text{ g/cm}^3$ o per esempio da circa $0,45 \text{ g/cm}^3$ a circa $0,55 \text{ g/cm}^3$. Uno strato di elastomero siliconico 208 esemplificativo può avere una durezza Shore A da circa 30 a circa 80, per esempio da circa 35 a circa 45, per esempio da circa 40 a circa 60 o per esempio da circa 60 a circa 80, come misurato, per esempio, secondo ASTM D2240-15e1.

In alcune forme di realizzazione, uno strato di

elastomero siliconico 208 esemplificativo può includere il silicone RTV, microsfere di vetro, olio siliconico, silice fumata e (3-amminopropil)trietossisilano. In aggiunta, o in alternativa, in alcune forme di realizzazione, uno strato di elastomero siliconico 208 esemplificativo può includere uno o più polimeri siliconici in una quantità da circa il 22% in peso a circa il 26% in peso, fibre di silice in una quantità da circa l'1% in peso a circa il 5% in peso, fibre di carbonio in una quantità da circa l'1% in peso a circa il 5% in peso, microsfere di silice in una quantità da circa il 30% in peso a circa il 40% in peso, microsfere di resina fenolica in una quantità da circa il 4% in peso a circa l'8% in peso e sughero in una quantità da circa il 20% in peso a circa il 40% in peso. Formulazioni di polimero siliconico esemplificative che possono essere incluse in una formulazione utilizzata per formare lo strato di elastomero siliconico 208 sono disponibili in commercio come materiale ablativo MA-25S® e/o materiale ablativo MI-15®, dalla Thermal Protection Products, New Orleans, LA.

Dopo che lo strato di elastomero siliconico 208 si è indurito almeno parzialmente, preferibilmente indurito del tutto, uno strato resistente all'abrasione 210 può essere applicato su almeno una porzione dello strato di elastomero siliconico 208. Lo strato resistente all'abrasione 210 può essere formato utilizzando una formulazione che può essere

applicata sullo strato di elastomero siliconico 208 utilizzando un'apparecchiatura a spruzzo, spazzole o a rulli standard. Lo strato resistente all'abrasione 210 può presentare buona tenacità. Per esempio, lo strato resistente all'abrasione 210 può avere una densità da media ad alta, pur avendo ancora una durezza Shore A da morbida a medio-morbida. Questa combinazione di densità da media ad alta con la durezza Shore A da morbida a medio-morbida può fornire buona resistenza allo sfregamento e ad altre fonti di usura.

Lo strato resistente all'abrasione 210 può includere un materiale elastomerico rinforzato con fibre. Il materiale elastomerico rinforzato con fibre dello strato resistente all'abrasione 210 può includere uno o più materiali polimerici e uno o più materiali di rinforzo fibrosi. L'uno o più materiali di rinforzo fibrosi possono essere dispersi in una matrice di materiale polimerico reticolato. Il materiale polimerico può essere reticolato o indurito, per esempio, con qualsiasi agente reticolante adatto. Un materiale polimerico esemplificativo che può essere incluso nella formulazione utilizzata per formare lo strato resistente all'abrasione 210 può includere uno o più polimeri siliconici, come quelli descritti sopra in riferimento allo strato di elastomero siliconico 208. In aggiunta, o in alternativa ai polimeri siliconici, ulteriori materiali polimerici esemplificativi che possono essere inclusi nella

formulazione utilizzata per formare lo strato resistente all'abrasione 210 includono materiali termoplastici e/o materiali termoindurenti. I materiali termoplastici esemplificativi includono acrilici, quali acidi poliacrilici e polimetil metacrilato; poliammidi, acidi polilattici; polibenzimidazolo; policarbonati; polieter solfone; poliossimetilene; polieter eter chetone; polieterimmide; polifenilen ossido; polifenilen solfuro; o politetrafluoroetilene, nonché combinazioni di questi. In aggiunta ai polimeri siliconici, materiali termoindurenti esemplificativi includono resine epossidiche, resine poliestere, poliuretani o resine di vinil estere, nonché combinazioni di questi. Uno qualsiasi o più di questi materiali termoplastici e/o materiali termoindurenti può essere incluso in una formulazione utilizzata per formare uno strato resistente all'abrasione 210. In aggiunta, o in alternativa, uno qualsiasi o più di questi materiali termoplastici e/o materiali termoindurenti può essere incluso in una formulazione utilizzata per formare lo strato elastomerico siliconico 208.

Materiali di rinforzo fibrosi esemplificativi che possono essere inclusi nella formulazione utilizzata per formare lo strato resistente all'abrasione 210 possono includere fibre di vetro, fibre di basalto, fibre di carbonio, fibre ceramiche, fibre aramidiche, fibre

policristalline o fibre polisilossaniche, nonché combinazioni di queste. A titolo di esempio, le fibre di vetro adatte possono essere formulate da sabbia di silice, calce, argilla di caolino, spato fluoro, colemanite, dolomite o allumino-borosilicato, nonché combinazioni di questi. Le fibre di carbonio adatte possono essere formulate da poliacrilonitrile, rayon o precursori di pece, nonché combinazioni di questi. Fibre ceramiche adatte possono essere formulate da ossido di zirconio, alluminosilicato, allumina policristallina, fibra di mullite policristallina. Le fibre ceramiche possono includere in aggiunta, o in alternativa, compositi di matrice ceramica, quali fibre policristalline di carburo di silicio. Fibre aramidiche adatte possono includere fibre para-aramidiche, fibre meta-aramidiche e/o fibre poli-aramidiche. Le fibre aramidiche possono essere formulate da poliammidi aromatiche, quali para-poliaramide, p-fenilen diammina o tereftaloil dicloruro. Si apprezzerà che lo strato resistente all'abrasione 210 può includere altri tipi di fibre di rinforzo senza scostarsi dall'ambito di protezione della presente divulgazione.

Materiali di rinforzo fibrosi esemplificativi che possono essere inclusi nello strato resistente all'abrasione 210 possono avere una lunghezza media (per esempio, una lunghezza appena formata o una lunghezza tranciata) da circa

1 micrometro (μm) a circa 10.000 μm , per esempio da circa 100 μm a circa 500 μm , per esempio da circa 500 μm a circa 1000 μm , per esempio da circa 1000 μm a circa 5000 μm o per esempio da circa 1000 μm a circa 10.000 μm . In aggiunta, o in alternativa, i materiali di rinforzo fibrosi esemplificativi possono avere una larghezza in sezione trasversale media da circa 1 μm a circa 50 μm , per esempio da circa 1 μm a circa 5 μm , per esempio da circa 5 μm a circa 10 μm , per esempio da circa 10 μm a circa 25 μm o per esempio da circa 25 μm a circa 50 μm .

Il materiale/i materiali di rinforzo fibroso/fibrosi particolare/particolari e la sua/loro quantità nello strato resistente all'abrasione 210 possono essere selezionati per conseguire le proprietà di materiali desiderate. Uno strato resistente all'abrasione 210 esemplificativo può includere uno o più materiali di rinforzo fibrosi in una quantità, singolarmente o collettivamente, da circa lo 0,1% in volume a circa il 60% in volume, per esempio da circa l'1% in volume a circa il 60% in volume, per esempio da circa il 5% in volume a circa il 60% in volume, per esempio da circa il 10% in volume a circa il 60% in volume, per esempio da circa il 20% in volume a circa il 50% in volume o per esempio da circa il 30% in volume a circa il 40% in volume. Il contenuto di materiale di rinforzo fibroso totale dello strato resistente all'abrasione 210 può essere almeno di circa l'1% in volume,

per esempio almeno di circa il 5% in volume, per esempio almeno di circa il 10% in volume, per esempio almeno di circa il 20% in volume, per esempio almeno di circa il 30% in volume, per esempio almeno di circa il 40% in volume, per esempio almeno di circa il 50% in volume o per esempio almeno di circa il 60% in volume.

In aggiunta al materiale/ai materiali di rinforzo fibroso/fibrosi, lo strato resistente all'abrasione 210 può includere uno o più materiali riempitivi, quali uno o più dei materiali riempitivi descritti in riferimento allo strato di elastomero siliconico 208. In aggiunta, o in alternativa, lo strato di elastomero siliconico 208 può includere uno o più materiali di rinforzo fibrosi in aggiunta al materiale riempitivo/ai materiali riempitivi, quali uno o più dei materiali di rinforzo fibrosi descritti in riferimento allo strato resistente all'abrasione 210. In aggiunta, o in alternativa, in alcune forme di realizzazione, lo strato resistente all'abrasione 210 può includere un materiale intumescente, quali uno o più dei materiali intumescenti descritti in riferimento allo strato di elastomero siliconico 208.

Una volta indurito, lo strato resistente all'abrasione 210 esemplificativo può avere una densità da circa 0,9 g/cm³ a circa 1,4 g/cm³, per esempio da circa 1,0 g/cm³ a circa 1,3 g/cm³ o per esempio da circa 1,1 g/cm³ a circa 1,2 g/cm³. Una

formulazione elastomerica rinforzata con fibre esemplificativa può avere una durezza Shore A, quando indurita, da circa 40 a circa 90, per esempio da circa 50 a circa 60, per esempio da circa 60 a circa 80 o per esempio da circa 80 a circa 90, come misurato, per esempio, secondo ASTM D2240-15e1.

In aggiunta a una combinazione di densità da media ad alta con una durezza Shore A da morbida a medio-morbida, una formulazione elastomerica rinforzata con fibre esemplificativa può avere buone proprietà termiche per resistere all'esposizione alla fonte di calore 204, incluse buone proprietà isolanti e/o buone proprietà ablativo. Per esempio, una volta indurita, una formulazione elastomerica rinforzata con fibre esemplificativa può avere una conduttività termica a 38°C da circa 0,10 W/mK a circa 0,25 W/mK, per esempio da circa 0,15 W/mK a circa 0,25 W/mK o per esempio da circa 0,20 W/mK a circa 0,25 W/mK, come misurato, per esempio, secondo ASTM C177. In aggiunta, o in alternativa, una formulazione elastomerica rinforzata con fibre esemplificativa può avere un calore specifico a 38°C da circa 0,9 kJ/kg-K a circa 1,5 kJ/kg-K, per esempio da circa 1,0 kJ/kg-K a circa 1,1 kJ/kg-K o per esempio da circa 1,2 kJ/kg-K a circa 1,5 kJ/kg-K, a 24°C, come misurato, per esempio, secondo ASTM E1269-11 (2018). In aggiunta, o in alternativa, una formulazione elastomerica rinforzata con

fibre esemplificativa può avere una temperatura di ablazione da circa 450°C a circa 600°C, per esempio da circa 475°C a circa 550°C o per esempio da circa 500°C a circa 525°C, come misurato, per esempio, secondo ASTM E285-80 (2002). Una formulazione elastomerica rinforzata con fibre esemplificativa che può essere inclusa in una formulazione utilizzata per formare uno strato elastomerico rinforzato con fibre è disponibile in commercio come MI-15® Topcoat, dalla Thermal Protection Products, New Orleans, LA.

I rivestimenti protettivi 108 esemplificativi possono avere uno spessore da circa 1,2 millimetri (mm) a circa 10 mm, per esempio da circa 2 mm a circa 4 mm, per esempio da circa 4 mm a circa 6 mm, per esempio da circa 6 mm a circa 8 mm o per esempio da circa 8 mm a circa 10 mm. Lo strato primario 206 può avere uno spessore da circa 25 micrometri (μm) a circa 50 μm , per esempio da circa 25 μm a circa 40 μm o per esempio da circa 35 μm a circa 50 μm . Lo strato di elastomero siliconico 208 può avere uno spessore da circa 1000 μm a circa 10.000 μm , per esempio da circa 1000 μm a circa 4000 μm o per esempio da circa 4000 μm a circa 8000 μm o per esempio da circa 6000 μm a circa 10.000 μm . Lo strato resistente all'abrasione 210 può avere uno spessore da circa 150 μm a circa 500 μm , per esempio da circa 150 μm a circa 300 μm o per esempio da circa 250 μm a circa 500 μm .

Facendo riferimento ora alla figura 3, verranno

descritti metodi esemplificativi per applicare un rivestimento protettivo 108 (figure 1 e 2). Come mostrato, un metodo esemplificativo 300 può includere, in corrispondenza del blocco 302, formare uno strato primario 206 (figura 2) che copre almeno parzialmente una superficie 202 (figura 2) di una parete 200 (figure 1 e 2) di un componente di motore aeronautico 100 (figura 1). Lo strato primario 206 può includere un agente di accoppiamento silanico e un titanato organico come descritto nella presente. Lo strato primario 206 può essere applicato in uno strato uniforme, leggero mediante strofinamento, immersione e/o spruzzatura. Il materiale in eccesso per lo strato primario 206 può essere raschiato via per evitare un'applicazione eccessiva. Materiale aggiuntivo per lo strato primario 206 può essere applicato ogni 3-5 minuti per garantire che il materiale fresco possa reagire con il materiale applicato precedentemente. In alcune forme di realizzazione, formare lo strato primario 206 può includere far indurire almeno parzialmente lo strato primario 206, preferibilmente far indurire completamente lo strato primario 206. Lo strato primario 206 può essere fatto indurire a temperatura ambiente, per esempio da circa 18°C a circa 23°C e ad un'umidità relativa da circa il 30% a circa il 90%, per esempio da circa il 40% a circa il 70%. Il tempo di indurimento per lo strato primario 206 può essere da circa

1 a 2 ore e può variare a seconda della temperatura e dell'umidità. Il tasso di indurimento dello strato primario 206 può essere accelerato con calore moderato, per esempio ad una temperatura da circa 40°C a circa 60°C o per esempio da circa 50°C a circa 60°C.

In corrispondenza del blocco 304, il metodo 300 esemplificativo può includere formare lo strato di elastomero siliconico 208 (figura 2) che copre almeno parzialmente una superficie dello strato primario 206. Lo strato di elastomero siliconico 208 può essere formato utilizzando una formulazione come descritto nella presente e la formulazione può essere applicata mediante tecniche di spruzzatura o applicazione a rulli convenzionali o simili. Lo strato di elastomero siliconico 208 può includere uno o più materiali riempitivi dispersi in una matrice di polimeri siliconici reticolati come descritto nella presente. Lo strato di elastomero siliconico 208 può essere applicato in una serie di sottostrati. I rispettivi sottostrati dello strato di elastomero siliconico 208 possono avere uno spessore da circa 100 micrometri (μm) a circa 500 μm , per esempio da circa 200 μm a circa 400 μm . Il numero di sottostrati può essere determinato in base allo spessore desiderato dello strato di elastomero siliconico 208 e allo spessore dei rispettivi sottostrati. A titolo di esempio, uno strato di elastomero siliconico 208 esemplificativo può

includere da circa 2 a circa 40 sottostrati, per esempio da circa 5 a circa 10 sottostrati, per esempio da circa 10 a circa 20 sottostrati o da circa 20 a circa 40 sottostrati. I successivi sottostrati possono essere applicati dopo che il solvente nel precedente sottostrato è evaporato, ma prima dell'indurimento completo. In alcune forme di realizzazione, l'applicazione dello strato di elastomero siliconico 208 sullo strato primario 206 può iniziare dopo che lo strato primario 206 si è indurito completamente.

La formazione dello strato di elastomero siliconico 208 può includere far indurire almeno parzialmente lo strato di elastomero siliconico 208. Per esempio, dopo che lo strato di elastomero siliconico 208 è stato applicato nello spessore desiderato, lo strato di elastomero siliconico 208 può essere fatto indurire almeno parzialmente, preferibilmente indurito completamente. Lo strato di elastomero siliconico 208 può essere fatto indurire ad una temperatura ambiente da circa 20°C a circa 30°C e ad un'umidità relativa da circa il 30% a circa il 90%, per esempio da circa il 40% a circa il 70%. A temperatura ambiente, il tempo di indurimento può essere di circa 24 ore. In aggiunta, o in alternativa, lo strato di elastomero siliconico 208 può essere fatto indurire ad una temperatura elevata da circa 30°C a circa 70°C, per esempio da circa 55°C a circa 65°C. In alcune forme di realizzazione, lo strato di elastomero siliconico 208 può essere fatto

indurire a tale temperatura elevata, per esempio, in un forno, in una camera di indurimento riscaldata o simili, dopo essere stato inizialmente fatto indurire a temperatura ambiente. Per esempio, lo strato di elastomero siliconico 208 può essere sottoposto a indurimento a temperatura ambiente, per esempio per una durata da circa 2 a circa 6 ore, seguito da indurimento a temperatura elevata, per esempio per una durata da circa 1 a circa 4 ore o per esempio da circa 1 a 2 ore.

In corrispondenza del blocco 306, il metodo 300 esemplificativo può includere formare lo strato resistente all'abrasione 210 (figura 2) che copre almeno parzialmente lo strato di elastomero siliconico 208. Lo strato resistente all'abrasione 210 può essere formato utilizzando una formulazione come descritto nella presente e la formulazione può essere applicata mediante tecniche di spruzzatura o applicazione a rulli convenzionali o simili. Lo strato resistente all'abrasione 210 può includere un materiale elastomerico rinforzato con fibre come descritto nella presente. Lo strato resistente all'abrasione 210 può essere applicato in una serie di sottostrati. I rispettivi sottostrati dello strato resistente all'abrasione 210 possono avere uno spessore da circa 100 micrometri (μm) a circa 500 μm , per esempio da circa 200 μm a circa 400 μm . Il numero di sottostrati può essere determinato in base allo

spessore totale desiderato dello strato resistente all'abrasione 210 e allo spessore dei rispettivi sottostrati. A titolo di esempio, uno strato resistente all'abrasione 210 esemplificativo può includere da circa 2 a circa 40 sottostrati, per esempio da circa 5 a circa 10 sottostrati, per esempio da circa 10 a circa 20 sottostrati o da circa 20 a circa 40 sottostrati. I successivi sottostrati possono essere applicati dopo che il solvente nel precedente sottostrato è evaporato, ma prima dell'indurimento completo. In alcune forme di realizzazione, l'applicazione dello strato resistente all'abrasione 210 sullo strato di elastomero siliconico 208 può iniziare dopo che lo strato di elastomero siliconico 208 si è indurito completamente. In aggiunta, o in alternativa, lo strato resistente all'abrasione 210 può essere applicato sullo strato di elastomero siliconico 208 prima di fare indurire lo strato di elastomero siliconico 208, per esempio prima di fare indurire completamente lo strato di elastomero siliconico 208. Per esempio, il primo sottostrato dello strato resistente all'abrasione 210 può essere applicato sull'ultimo sottostrato dello strato di elastomero siliconico 208 dopo che il solvente dallo strato di elastomero siliconico 208 è evaporato, ma prima dell'indurimento completo.

La formazione dello strato resistente all'abrasione 210

può includere far indurire almeno parzialmente lo strato resistente all'abrasione 210. Per esempio, dopo che lo strato resistente all'abrasione 210 è stato applicato allo spessore desiderato, lo strato resistente all'abrasione 210 può essere fatto indurire almeno parzialmente, preferibilmente fatto indurire completamente. In alcune forme di realizzazione, lo strato resistente all'abrasione 210 e lo strato di elastomero siliconico 208 possono essere fatti indurire contemporaneamente, per esempio quando lo strato resistente all'abrasione 210 è stato applicato prima di fare indurire completamente lo strato di elastomero siliconico 208. Lo strato resistente all'abrasione 210 può essere fatto indurire a una temperatura ambiente da circa 20°C a circa 30°C e ad un'umidità relativa da circa il 30% a circa il 90%, per esempio da circa il 40% a circa il 70%. A temperatura ambiente, il tempo di indurimento può essere di circa 24 ore. In aggiunta, o in alternativa, lo strato resistente all'abrasione 210 può essere fatto indurire ad una temperatura elevata da circa 30°C a circa 70°C, per esempio da circa 55°C a circa 65°C. In alcune forme di realizzazione, lo strato resistente all'abrasione 210 può essere fatto indurire a tale temperatura elevata, per esempio, in un forno, una camera di indurimento riscaldata o simili, dopo essere stato fatto inizialmente indurire parzialmente a temperatura ambiente. Per esempio, lo strato resistente

all'abrasione 210 può essere sottoposto ad un indurimento a temperatura ambiente, per esempio per una durata da circa 2 a circa 6 ore, seguito da un indurimento a temperatura elevata, per esempio per una durata da circa 1 a circa 4 ore o per esempio da circa 1 a 2 ore.

In alcune forme di realizzazione, la parete 200 del componente di motore aeronautico 100 può includere il trattamento superficiale 212 (figura 2). In aggiunta, o in alternativa, il metodo 300 esemplificativo può includere opzionalmente, in corrispondenza del blocco 308, impartire il trattamento superficiale 212 su almeno una porzione della superficie 202 della parete 200 del componente 100. Il trattamento superficiale 212 può includere un rivestimento di conversione chimica e/o un rivestimento anodizzante. Il trattamento superficiale 212 e/o la superficie 202 della parete 200 del componente 100 può essere pulita con un panno pulito inumidito con solvente prima di applicare lo strato primario 206. Lo strato primario 206 può essere formato in modo da coprire almeno parzialmente il trattamento superficiale 212 impartito alla superficie 202 della parete 200 del componente 100.

Il rivestimento protettivo 108 può essere applicato sulle superfici interne o esterne 202 della parete 200 del componente 100. Il rivestimento protettivo 108 può essere applicato su componenti 100 nuovi o riadattati. In alcune

forme di realizzazione, un rivestimento preesistente può essere rimosso dal componente 100 prima di applicare il rivestimento protettivo 108 secondo la presente divulgazione. Tale rivestimento preesistente può essere rimosso con acqua, solventi, agenti di stripping, abrasivi o simili, per esempio, utilizzando tecniche di preparazione di superficie convenzionali. Per esempio, un rivestimento preesistente può essere rimosso mediante getto ad alta pressione di acqua e/o solventi, sabbiatura con micro-abrasivi e/o immersione in una soluzione che include un solvente o un agente di stripping.

Ulteriori aspetti della presente divulgazione sono forniti dall'argomento in oggetto delle seguenti clausole:

componente di motore aeronautico, comprendente: una parete comprendente una lega di alluminio e/o una lega di magnesio; e un rivestimento protettivo che copre almeno parzialmente una superficie della parete, il rivestimento protettivo comprendendo: uno strato primario che copre almeno parzialmente la superficie della parete, lo strato primario comprendendo un agente di accoppiamento silanico e un titanato organico; uno strato di elastomero siliconico che copre almeno parzialmente lo strato primario, lo strato di elastomero siliconico comprendendo uno o più materiali riempitivi dispersi in una matrice di polimeri siliconici reticolati; e uno strato resistente all'abrasione che copre

almeno parzialmente lo strato di elastomero siliconico, lo strato resistente all'abrasione comprendendo un materiale elastomerico rinforzato con fibre.

Componente di motore aeronautico secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui lo strato primario 206 ha uno spessore da 25 micrometri a 50 micrometri.

Componente di motore aeronautico secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui lo strato di elastomero siliconico ha uno spessore da 1000 micrometri a 10.000 micrometri.

Componente di motore aeronautico secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui lo strato resistente all'abrasione ha uno spessore da 150 micrometri a 500 micrometri.

Componente di motore aeronautico secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui l'agente di accoppiamento silanico comprende un trialcossisilano, un monoalcossisilano e/o un silano dipodal e in cui preferibilmente l'agente di accoppiamento silanico comprende uno o più tra: tetrametossisilano, metil silicato, tetraetossisilano, etil polisilicato, tetrapropossisilano, tetraisopropossisilano, tetrabutossisilano o tetrakisbutossietossisilano.

Componente di motore aeronautico secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui il titanato organico comprende uno o più tra: etil acetoacetato titanato, di-iso-

butossi titanio, di-n-butossi titanio, di-iso-propossi titanio, n-butil polititanato, tetra n-butil titanato, titanio butossido, titanio etilacetoacetato o titanio tetraisopropossido.

Componente di motore aeronautico secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui lo strato primario viene applicato utilizzando una soluzione che comprende: nafta alifatica leggera in una quantità dal 75 al 95% in peso; tetrakis2-butossietile ortosilicato in una quantità dal 4 al 6% in peso; e tetra n-butil titanato in una quantità dal 4 al 6% in peso.

Componente di motore aeronautico secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui lo strato di elastomero siliconico comprende un silicone di vulcanizzazione temperatura ambiente monocomponente o un silicone di vulcanizzazione a temperatura ambiente bicomponente.

Componente di motore aeronautico secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui lo strato di elastomero siliconico comprende un polimero siliconico derivato da uno o più poliorganosilossani e in cui preferibilmente l'uno o più poliorganosilossani comprende: polidimetilsilossano, polimetilidrogensilossano, dimetildifenilpolisilossano, dimetil/metilfenilpolisilossano, polimetilfenilsilossano, metilfenil/dimetilsilossano, polidimetilsilossano vinildimetil-terminato, vinilmetil/dimetilpolisilossano,

vinilmetil/dimetilpolisilossano vinildimetil-terminato,
polidimetilsilossano divinilmetil-terminato,
polidimetilsilossano vinilfenilmetil-terminato,
polidimetilsilossano dimetilidro-terminato,
metilidro/dimetilpolisilossano, metilottilpolisilossano
metilidro-terminato, metilidro/fenilmetil polisilossano e/o
polisilossano fluoro-modificato.

Componente di motore aeronautico secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui lo strato di elastomero siliconico comprende uno o più materiali riempitivi dispersi in una matrice di polimeri siliconici reticolati e in cui preferibilmente l'uno o più materiali riempitivi comprendono: microsfere di vetro, fibre di vetro, cenosfere, silice fumata, silice precipitata, fibre di silice, diossido di silicio, carburo di silicio, diossido di titanio, ossido di zinco, minerali delle terre rare, minerali di silicato, inosilicati, silicato di alluminio, triidrato di allumina, microparticelle poliepossidiche, microsfere di resina fenolica, ceramica, fibre di carbonio, nerofumo, grafene, fibre cellulosiche e/o sughero.

Componente di motore aeronautico secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui lo strato di elastomero siliconico comprende uno o più materiali riempitivi che hanno una larghezza in sezione trasversale media da 10 nanometri a 1000 micrometri.

Componente di motore aeronautico secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui lo strato di elastomero siliconico comprende un contenuto di riempitivo totale dall'1% in volume al 90% in volume.

Componente di motore aeronautico secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui lo strato di elastomero siliconico comprende un agente di silanizzazione e in cui preferibilmente l'agente di silanizzazione comprende un amminosilano, un glicidossisilano e/o un mercaptosilano.

Componente di motore aeronautico secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui lo strato di elastomero siliconico ha una o più delle seguenti proprietà: una conduttività termica a 38°C da 0,05 W/mK a 0,15 W/mK, come misurato secondo ASTM C177; un calore specifico a 24°C da 1,0 kJ/kg-K a 1,6 kJ/kg-K, come misurato secondo ASTM E1269-11 2018; una temperatura di ablazione da 450°C a 600°C, come misurato secondo ASTM E285-80 2002; e un calore di ablazione da 40 MJ/kg a 70 MJ/kg, con un'esposizione al calore di 330 kJ/m²-sec, come misurato secondo ASTM E458-08 2020.

Componente di motore aeronautico secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui lo strato di elastomero siliconico ha una o più delle seguenti proprietà: una densità da 0,2 g/cm³ a 0,6 g/cm³; e una durezza Shore A da 30 a 80, come misurato secondo ASTM D2240-15e1.

Componente di motore aeronautico secondo una qualsiasi

clausola nella presente, in cui lo strato di elastomero siliconico comprende silicone di vulcanizzazione a temperatura ambiente, microsfere di vetro, olio siliconico, silice fumata e 3-amminopropiltriethossisilano.

Componente di motore aeronautico secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui lo strato di elastomero siliconico comprende uno o più tra: uno o più polimeri siliconici in una quantità dal 22% in peso al 26% in peso; fibre di silice in una quantità dall'1% in peso al 5% in peso; fibre di carbonio in una quantità dall'1% in peso al 5% in peso; microsfere di silice in una quantità dal 30% in peso al 40% in peso; microsfere di resina fenolica in una quantità dal 4% in peso all'8% in peso; e sughero in una quantità dal 20% in peso al 40% in peso.

Componente di motore aeronautico secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui il materiale elastomerico rinforzato con fibre dello strato resistente all'abrasione comprende uno o più polimeri siliconici e uno o più materiali di rinforzo fibrosi e in cui preferibilmente l'uno o più materiali di rinforzo fibrosi comprendono: fibre di vetro, fibre di basalto, fibre di carbonio, fibre di ceramica, fibre aramidiche, fibre policristalline e/o fibre polisilossaniche.

Componente di motore aeronautico secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui il materiale elastomerico

rinforzato con fibre dello strato resistente all'abrasione comprende uno o più materiali termoplastici e in cui preferibilmente l'uno o più materiali termoplastici comprendono uno o più dei seguenti: un acrilico, poliammidi, un acido polilattico, un polibenzimidazolo, un policarbonato; un polieter solfone, un poliossimetilene, un polieter eter chetone, una polieterimmide, un polifenilen ossido, un polifenilen solfuro o un politetrafluoroetilene.

Componente di motore aeronautico secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui il materiale elastomerico rinforzato con fibre dello strato resistente all'abrasione comprende uno o più materiali termoindurenti e in cui preferibilmente l'uno o più materiali termoindurenti comprendono uno o più dei seguenti: una resina epossidica, una resina poliestere, un poliuretano o una resina di vinil estere.

Componente di motore aeronautico secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui l'uno o più materiali di rinforzo fibrosi hanno una lunghezza media da 1 micrometro a 10.000 micrometri; e/o in cui l'uno o più materiali di rinforzo fibrosi hanno una larghezza in sezione trasversale media da 1 μm a 50 μm .

Componente di motore aeronautico secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui il materiale elastomerico rinforzato con fibre comprende un contenuto di materiale di

rinforzo fibroso totale dall'1% in volume al 60% in volume.

Componente di motore aeronautico secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui lo strato resistente all'abrasione ha una o più delle seguenti proprietà: una densità da 0,9 g/cm³ a 1,4 g/cm³; e una durezza Shore A da 40 a 90, come misurato secondo ASTM D2240-15e1.

Componente di motore aeronautico secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui lo strato resistente all'abrasione ha una o più delle seguenti proprietà: una conduttività termica a 38°C da 0,10 W/mK a 0,25 W/mK, come misurato secondo ASTM C177; un calore specifico a 38°C da 0,9 kJ/kg-K a 1,5 kJ/kg-K, come misurato secondo ASTM E1269-11 2018; e una temperatura di ablazione da 450°C a 600°C, come misurato secondo ASTM E285-80 2002.

Componente di motore aeronautico secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui la parete comprende un trattamento superficiale e in cui preferibilmente il trattamento superficiale comprende un rivestimento di conversione chimica o un rivestimento anodizzante.

Componente di motore aeronautico secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui il componente 100 comprende almeno uno tra: un involucro di turbomacchina, una camera di combustione, un condotto di scarico, un condotto di bypass, uno scambiatore di calore, un componente di sistema di carburante, un componente di sistema dell'olio e una paratia

parafiamma.

Componente di motore aeronautico secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui il componente 100 comprende almeno uno tra: una trasmissione a ingranaggi e un serbatoio dell'olio.

Componente di motore aeronautico secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui il componente comprende una trasmissione a ingranaggi, la trasmissione a ingranaggi comprendendo un gruppo di ingranaggi epicicloidali.

Kit di rivestimento protettivo per applicare un rivestimento protettivo su un componente di motore aeronautico, il kit di rivestimento protettivo comprendendo: uno strato primario per coprire almeno parzialmente una parete di un componente aeronautico, lo strato primario comprendendo un agente di accoppiamento silanico e un titanato organico; uno strato di elastomero siliconico per coprire almeno parzialmente lo strato primario, lo strato di elastomero siliconico comprendendo uno o più materiali riempitivi dispersi in una matrice di polimeri siliconici reticolati; e uno strato resistente all'abrasione per coprire almeno parzialmente lo strato di elastomero siliconico, lo strato resistente all'abrasione comprendendo un materiale elastomerico rinforzato con fibre; in cui dopo aver applicato il rivestimento protettivo sul componente di motore aeronautico.

Kit di rivestimento protettivo secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui il componente di motore aeronautico e/o lo strato primario è configurato secondo una qualsiasi clausola nella presente.

Metodo per proteggere un componente di motore aeronautico da una fonte di calore, il metodo comprendendo: applicare uno strato primario su una parete di un componente di motore aeronautico, lo strato primario comprendendo un agente di accoppiamento silanico e un titanato organico; applicare uno strato di elastomero siliconico sullo strato primario, lo strato di elastomero siliconico comprendendo uno o più materiali riempitivi dispersi in una matrice di polimeri siliconici reticolati; e applicare uno strato resistente all'abrasione sullo strato di elastomero siliconico, lo strato resistente all'abrasione comprendendo un materiale elastomerico rinforzato con fibre.

Metodo secondo una qualsiasi clausola nella presente, in cui il componente di motore aeronautico e/o lo strato primario è configurato secondo una qualsiasi clausola nella presente.

La presente descrizione scritta utilizza forme di realizzazione esemplificative per descrivere l'argomento in oggetto descritto nella presente, inclusa la modalità migliore, e anche per consentire ad un qualsiasi esperto nella tecnica di mettere in pratica tale argomento in

oggetto, inclusi realizzare e utilizzare qualsiasi dispositivo o sistema ed eseguire qualsiasi metodo incorporato. L'ambito di protezione brevettabile dell'argomento in oggetto divulgato nella presente è definito dalle rivendicazioni e può includere altri esempi che risulteranno evidenti a tali esperti nella tecnica. Questi altri esempi sono intesi come rientranti nell'ambito di protezione delle rivendicazioni se includono elementi strutturali che non differiscono dal linguaggio letterale delle rivendicazioni o se includono elementi strutturali equivalenti con differenze non sostanziali rispetto al linguaggio letterale delle rivendicazioni.

RIVENDICAZIONI

- 1.- Componente di motore aeronautico (100), comprendente:
- una parete (200) comprendente una lega di alluminio e/o una lega di magnesio; e
 - un rivestimento protettivo (108) che copre almeno parzialmente una superficie (202) della parete (200), il rivestimento protettivo (108) comprendendo:
 - a) uno strato primario (206) che copre almeno parzialmente la superficie (202) della parete (200), lo strato primario (206) comprendendo un agente di accoppiamento silanico e un titanato organico;
 - b) uno strato di elastomero siliconico (208) che copre almeno parzialmente lo strato primario (206), lo strato di elastomero siliconico (208) comprendendo uno o più materiali riempitivi dispersi in una matrice di polimeri siliconici reticolati; e
 - c) uno strato resistente all'abrasione (210) che copre almeno parzialmente lo strato di elastomero siliconico (208), lo strato resistente all'abrasione (210) comprendendo un materiale elastomerico rinforzato con fibre.
- 2.- Componente di motore aeronautico (100) secondo la rivendicazione 1, in cui lo strato primario (206) ha uno spessore da 25 micrometri a 50 micrometri.

3.- Componente di motore aeronautico (100) secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui lo strato di elastomero siliconico (208) ha uno spessore da 1000 micrometri a 10.000 micrometri.

4.- Componente di motore aeronautico (100) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 3, in cui lo strato resistente all'abrasione (210) ha uno spessore da 150 micrometri a 500 micrometri.

5.- Componente di motore aeronautico (100) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 4, in cui lo strato di elastomero siliconico (208) comprende uno o più materiali riempitivi che hanno una larghezza in sezione trasversale media da 10 nanometri a 1000 micrometri.

6.- Componente di motore aeronautico (100) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 5, in cui lo strato di elastomero siliconico (208) comprende un agente di silanizzazione.

7.- Componente di motore aeronautico (100) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 6, in cui il materiale elastomerico rinforzato con fibre dello strato resistente all'abrasione (210) comprende uno o più polimeri siliconici e uno o più materiali di rinforzo fibrosi, e in cui preferibilmente l'uno o più materiali di rinforzo fibrosi hanno una lunghezza media da 1 micrometro a 10.000 micrometri; e/o in cui l'uno o più materiali di rinforzo

fibrosi hanno una larghezza in sezione trasversale media da 1 μm a 50 μm .

8.- Componente di motore aeronautico (100) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 7, in cui la parete (200) comprende un trattamento superficiale (212) e in cui preferibilmente il trattamento superficiale (212) comprende un rivestimento di conversione chimica o un rivestimento anodizzante.

9.- Kit di rivestimento protettivo per applicare un rivestimento protettivo (108) su un componente di motore aeronautico (100), il kit di rivestimento protettivo comprendendo:

- uno strato primario (206) per coprire almeno parzialmente una parete (200) di un componente aeronautico (100), lo strato primario (206) comprendendo un agente di accoppiamento silanico e un titanato organico;
- uno strato di elastomero siliconico (208) per coprire almeno parzialmente lo strato primario (206), lo strato di elastomero siliconico (208) comprendendo uno o più materiali riempitivi dispersi in una matrice di polimeri siliconici reticolati; e
- uno strato resistente all'abrasione (210) per coprire almeno parzialmente lo strato di elastomero siliconico (208), lo strato resistente all'abrasione (210) comprendendo un materiale elastomerico rinforzato con

fibre;

in cui dopo aver applicato il rivestimento protettivo (108) sul componente di motore aeronautico (100), il componente di motore aeronautico (100) è configurato secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 8.

10.- Metodo (300) per proteggere un componente di motore aeronautico (100) da una fonte di calore, il metodo (300) comprendendo:

- formare uno strato primario (206) che copre almeno parzialmente una superficie (202) di una parete (200) di un componente di motore aeronautico (100), lo strato primario (206) comprendendo un agente di accoppiamento silanico e un titanato organico;
- formare uno strato di elastomero siliconico (208) che copre almeno parzialmente lo strato primario (206), lo strato di elastomero siliconico (208) comprendendo uno o più materiali riempitivi dispersi in una matrice di polimeri siliconici reticolati; e
- formare uno strato resistente all'abrasione (210) che copre almeno parzialmente lo strato di elastomero siliconico (208), lo strato resistente all'abrasione (210) comprendendo un materiale elastomerico rinforzato con fibre;

in cui il componente di motore aeronautico (100) è configurato secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 8.

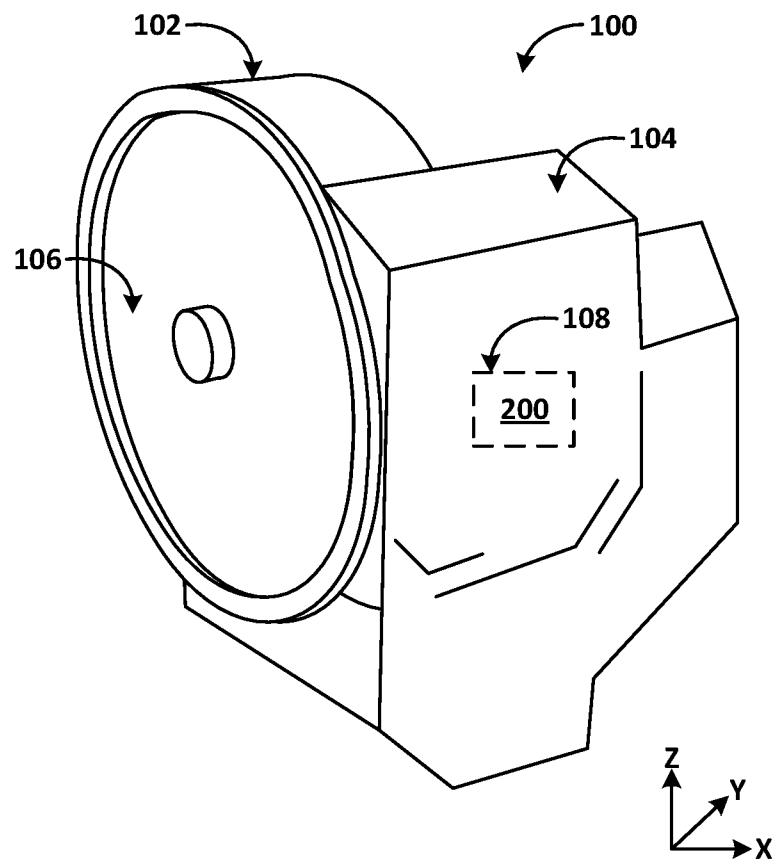


FIG. 1

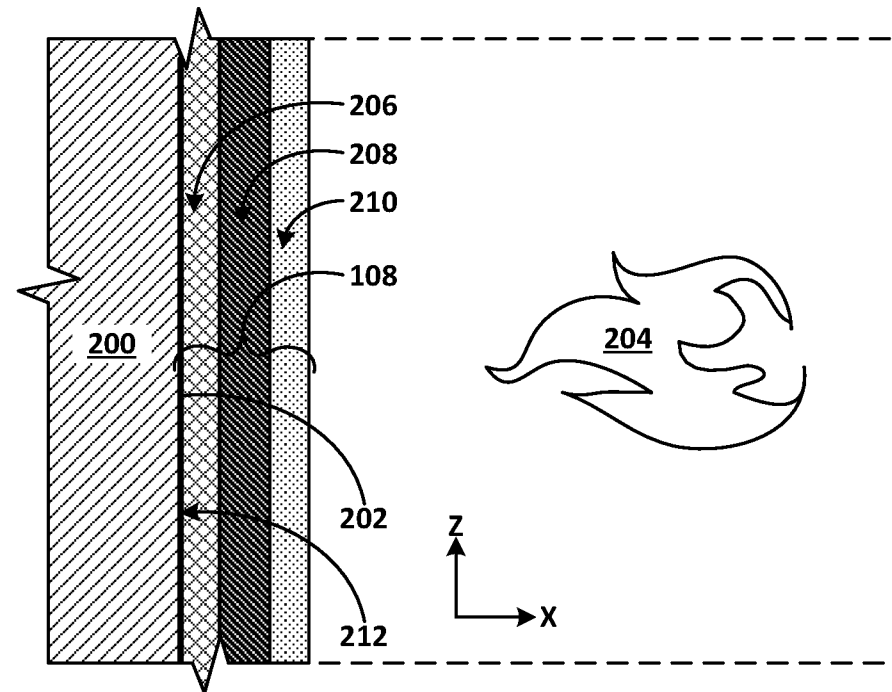


FIG. 2

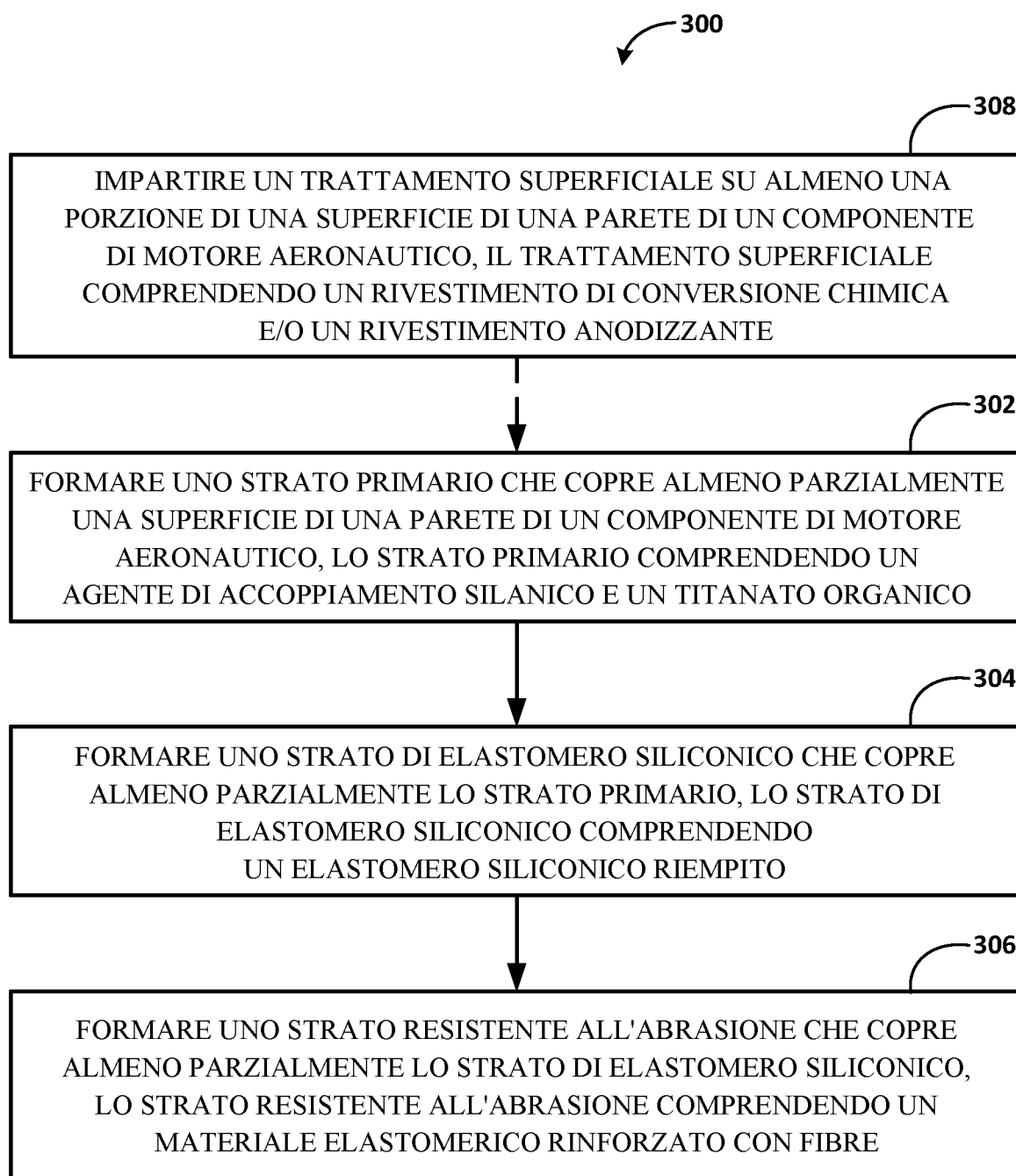


FIG. 3