ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902015291A1

Publication Date

20130720

Applicant

UNILAB S.A.S. DI LAVAGNA SILVIO MASSIMO & C.

Title

PROCESSO PER MIGLIORARE LA RIFLETTIVITA' DELLE SUPERFICI RIFLETTENTI DI ANTENNE.

Front page automatically generated by WIPO

"PROCESSO PER MIGLIORARE LA RIFLETTIVITA' DELLE SUPERFICI RIFLETTENTI DI ANTENNE"

DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce a un nuovo processo di rivestimento delle superfici riflettenti di antenne in materiale composito. In particolare si riferisce alle superfici riflettenti in fibra di carbonio impregnate con resine epossidiche di antenne paraboliche. La presente invenzione si riferisce inoltre alle superfici e alle antenne così ottenute.

STATO DELLA TECNICA ANTERIORE

Nel campo delle telecomunicazioni, con antenna parabolica s'intende un'antenna ad apertura dotata di specchio parabolico che può essere utilizzata sia in trasmissione che in ricezione. Un'antenna è un dispositivo progettato allo scopo di emettere o ricevere onde elettromagnetiche verso lo spazio aperto. Mentre un'antenna trasmittente trasforma tensioni in onde elettromagnetiche, un'antenna ricevitrice svolge la funzione inversa. La classificazione tradizionale delle antenne si basa essenzialmente sul modo in cui è distribuito il campo elettromagnetico nella stessa antenna o della tecnologia utilizzata, anche se le classificazioni può essere fatta anche da un punto di vista più pratico, in base ai loro specifici usi e al loro funzionamento.

Nel caso di antenne con un riflettore, il modo di produrre e ricevere onde elettromagnetiche avviene attraverso una o più superfici riflettenti, note anche come riflettori.

In molte applicazioni, invece di utilizzare materiali metallici per la costruzione delle superfici riflettenti, sono utilizzati materiali costituiti da una fibra (ad esempio fibre di carbonio) e una matrice di resina (ad esempio resine epossidiche), che rispetto ai materiali metallici sono più leggeri e hanno una migliore resistenza meccanica e alla corrosione.

Questi materiali però hanno una riflettività alle onde elettromagnetiche che dipende dal loro grado di finitura superficiale espresso in rugosità Ra (μm). Pertanto man mano che s'innalzano i valori di frequenza la riflettività al campo elettromagnetico peggiora

fino a valori inaccettabili. E' quindi necessario migliorare la riflettività di queste superfici.

Uno dei processi riportati nello stato della tecnica per il miglioramento della riflettività di riflettori d'antenna in materiale composito (US2010288433), consiste nella loro placcatura con sottili lamine metalliche. Questo procedimento presenta degli svantaggi quali la formazione di micro discontinuità nelle linee di unione tra una striscia metallica e quella contigua, e può richiedere particolari adesivi per unire queste strisce metalliche al substrato in fibra di carbonio, adesivi che nelle condizioni ambientali, spesso molto difficili, hanno moduli di dilatazione completamente diversi con il resto della struttura dell'antenna. Inoltre le lamine conferiscono all'antenna un peso eccessivo che, di fatto, annulla il vantaggio di usare materiali leggeri come fibre di carbonio.

Scopo della presente invenzione è di fornire un nuovo procedimento per migliorare la riflettività delle superfici riflettenti di antenne satellitari che risolva i sopra citati svantaggi.

SOMMARIO DELL'INVENZIONE

L'inventore si è posto ed ha risolto il problema di aumentare la riflettività alle microonde delle superfici riflettenti di antenne paraboliche in materiale composito in modo tale da poter ricevere onde elettromagnetiche con elevate frequenze fino a 300 Ghz.

E' stato sorprendentemente scoperto che utilizzando un determinato procedimento di deposizione metallica su materiali compositi (particolarmente soggetti a deformazioni anche a temperature che superano i 70-80°C) e selez ionando opportune condizioni di processo, è possibile ottenere un'antenna parabolica che pur mantenendo i vantaggi in termini di leggerezza, resistenza meccanica, resistenza alla corrosione e facilità di stampaggio, propri delle antenne in materiale composito, presenta una superficie riflettente con una rugosità superficiale media e un'adesione tra il rivestimento metallico e la sottostante struttura in fibra di carbonio tale da poter essere utilizzata anche con onde elettromagnetiche a elevata frequenza.

Sono quindi oggetto della presente invenzione:

Un procedimento di rivestimento delle superfici riflettenti di antenne paraboliche, in cui dette superfici riflettenti sono realizzate in materiale composito, comprendente un passaggio di metallizzazione di dette superfici riflettenti mediante *thermal wire spray* caratterizzato da una o più fasi di raffreddamento sulla corrente di accelerazione delle particelle metalliche e/o sulla superficie del disco parabolico di detta antenna.

Superfici riflettenti di antenne paraboliche con un rivestimento metallico ottenibili secondo il procedimento della presente invenzione caratterizzate da una rugosità superficiale media compresa tra 0,5 e 20 µm.

Antenne paraboliche comprendenti le superfici riflettenti ottenibili secondo il procedimento della presente invenzione.

Ancora, ulteriori vantaggi, così come le caratteristiche e le modalità di impiego della presente invenzione risulteranno evidenti dalla seguente descrizione dettagliata di alcune forme di realizzazione preferite, presentata a scopo esemplificativo e non limitativo, facendo riferimento alle figure dei disegni allegati.

DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELLE FIGURE

Figura 1. Particolare di una parabola in fibra di carbonio (diametro 1 m) metallizzata con alluminio secondo una forma di realizzazione della presente invenzione.

Figura 2. Rappresentazione schematica di un processo di *thermal wire spray*.

DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELL'INVENZIONE

Secondo una forma di realizzazione preferita il procedimento della presente invenzione comprende un passaggio di deposizione metallica su una superficie riflettente di un'antenna parabolica mediante una tecnica a filo denominata in inglese "*thermal wire spray*".

Il *thermal wire spray* genera le microparticelle metalliche fuse o semifuse allo stato plastico, partendo da un filo metallico di Al, di Cu o altro metallo che viene parzialmente fuso dalla fiamma e poi atomizzato sotto forma di microparticelle ed

accelerate nell'ugello stesso del sistema con una corrente di aria o di argon fino ad impattare sulla superficie da rivestire (Fig. 1).

Il passaggio di deposizione metallica mediante *thermal wire spray* è caratterizzato da una o più fasi di raffreddamento. La fase di raffreddamento potrà essere ottenuta sulla corrente di accelerazione delle particelle metalliche e/o sulla superficie del disco parabolico dell'antenna. Ad esempio insufflando aria compressa e/o aria compressa miscelata a cristalli di CO_2 solida sulla superficie del paraboloide non interessata al rivestimento o in camera refrigerata (ad esempio tra -5 e 5°C). Con questo sistema è possibile mantenere bassa la temperatura superficiale della parabola costruita in materiale composito (ad esempio costruita in fibra di carbonio impregnata di resina epossidica). Nello stesso tempo è ottenuto un rivestimento uniforme di nano e micro particelle metalliche che impattando sulla superficie stessa senza alterarla consente il perfetto mantenimento della forma geometrica parabolica permettendo un'ottimale ricezione/trasmissione. Nel passaggio di deposizione mediante *thermal wire spray* saranno usati preferibilmente ugelli ossido-acetilinici o di ossigeno in miscela con gas combustibili (quali ad esempio GPL, metano, propano). Inoltre il fluido di accelerazione composto di aria compressa, azoto o argon che si trova all'esterno dell'ugello viene addizionato con anidride carbonica solida per mantenere bassa la temperatura d'impatto sul materiale composito in fibra di carbonio ed evitarne anche piccolissime deformazioni che potrebbero inficiare la geometria parabolica dell'antenna. Qualora si usi un circuito frigorifero per raffreddare i fluidi di accelerazione delle particelle metalliche si può fare a meno di aggiungere anidride carbonica in cristalli.

La velocità di rivestimento potrà essere ad esempio compresa tra 20 e 24 mm/sec con una distanza dalla superficie da rivestire di circa 5-20 cm. Nel procedimento della presente invenzione potranno essere usati diversi metalli o leghe metalliche come ad esempio Al, Zn, acciaio (ad esempio della serie Aisi 304,316 e 316L) Cu, Ag, Au, leghe Ni/Al e SbSn.

Per ottenere un rivestimento più uniforme nel passaggio di deposizione metallico potrà essere attivata una velocità di rotazione della parabola stessa nell'intervallo compreso tra 40-400 giri/min, preferibilmente tra 200 e 400 giri/min.

Per migliorare l'adesività meccanica delle particelle metalliche sulla superficie delle parabole in fibra di carbonio che escono dagli stampi, il procedimento della presente invenzione potrà comprendere un passaggio precedente al passaggio di metallizzazione in cui è asportato uno strato della matrice dalla superficie riflettente dell'antenna parabolica. Ad esempio nel caso di parabole in fibre di carbonio e resina epossidica potrà essere asportato uno strato di 3-4 micrometri di resina epossidica utilizzando un processo per generare una leggera abrasione superficiale. L'abrasione potrà essere eseguita preferibilmente con un processo di pallinatura eseguito con microsfere di vetro in grado di garantire una rugosità superficiale pari a 3-4 micrometri e una penetrazione superficiale delle nano e micro particelle metalliche idonea a creare una perfetta adesività meccanica sulla superficie stessa del paraboloide compresa tra i 4 e i 10 MPa.

Per migliorare ulteriormente la superficie del rivestimento metallico, portandola a una rugosità superficiale media (Ra) di 0,5-1 micrometro, il procedimento potrà prevedere un processo di rifinitura finale (manuale o automatico) da eseguire ad esempio con carte di smerigliatura 3M a granulometria decrescente nell'intervallo P200-P1200 conferendo alla superficie stessa del parabolide un aspetto "*a specchio*", ovvero una superficie speculare avente una rugosità (Ra) media superficiale pari ad 1/1000 rispetto alla lunghezza d'onda di 1 mm (300 GHz). Mentre la rugosità (Ra) superficiale di 10 micrometri si ottiene direttamente in uscita dal procedimento di deposizione metallica senza ulteriori operazioni di rifinitura anch'essa con un valore pari ad 1/1000 di 1 cm, riferito alla lunghezza d'onda di 1 cm per le frequenze a 30 GHz . Pertanto, con il procedimento si è in grado di coprire un intervallo di frequenze molto ampio (fino a 300 GHz). Il procedimento qui descritto permette quindi di ottenere una superficie riflettente per antenna con una resistività in OHM vicino allo zero in ogni punto della parabola. Nello stesso tempo l'antenna parabolica rimane elastica e con le caratteristiche di leggerezza e di robustezza della sottostante struttura in fibra di carbonio e con un'adesività idonea su tutta la superficie del paraboloide.

Il procedimento di rivestimento della presente invenzione può essere applicato ad antenne paraboliche di diverso diametro, preferibilmente da 30 cm a 10 m, ad esempio

con antenne paraboliche in fibra di carbonio CFRP rinforzata con resina epossidica di 1,2,3,4,5,6,7,8 metri.

Esperimenti comparativi hanno mostrato che altri procedimenti di deposizione metallica non permettono di ottenere superfici riflettenti di antenne con i vantaggi che hanno le superfici ottenute.

Sono quindi ulteriore oggetto delle presente invenzione superfici riflettenti di antenne paraboliche con un rivestimento metallico ottenibili secondo il procedimento sopra descritto e le antenne paraboliche che le comprendono.

Le antenne paraboliche secondo la presente invenzione potranno essere utilizzate vantaggiosamente per le telecomunicazioni di bordo in mare, radar, radiometri, radio telescopi e satelliti di osservazione della terra, così come per altre applicazioni.

ESEMPI

La presente descrizione sarà ora ulteriormente illustrata mediante i seguenti esempi, ma non sarà in alcun modo ad essi limitata.

ESEMPIO 1

Materiali

Le parabole utilizzate sono costruite in *CFRT Carbon Fiber Renforced T* del tipo fibre di carbonio con matrice di resine epossidiche e con finitura standard in resina epossidica di 15/20 micrometri. Le tipologie di resine epossidiche utilizzate sono di tipo DT121R-47 e AX002-240-600F disponibili commercialmente dalla DeltaPreg. Le proprietà del tessuto impregnato con resina sono in accordo alle direttive delle norme UNI e ASTM.

Preparazione e deposizione dello strato metallico sulle superfici riflettenti dell'antenna satellitare

Materiale utilizzato per il rivestimento superficiale: filo di Alluminio;

Fluidi di processo: acetilene, ossigeno e aria compressa e cristalli di CO_2 solida

Raffreddamento: aria compressa e aria compressa che trasferisce CO_2 solida in granuli/polvere sulla superficie esterna della parabola in rotazione a 250 giri/min;
Velocità di rotazione in prova: 250 giri/min parabola;
Velocità robot di rivestimento 22 mm/sec
Distanza dalla superfice della parabola: costante nel range 5-20 cm per evitare locali surriscaldamenti.
Pretrattamento superficie esterna fibra di carbonio impregnata con resina epossica :asportazione di 5-6 micron di resina .Rugosità finale della superficie protratta (sabbiatura con palline di vetro) circa 3 micrometri.

- Schermatura termica aggiuntiva: con filo in lega di SbSn (metallo bianco) spessore 100 micron o superiore;

- Spessore del rivestimento di alluminio a fine processo di rivestimento: 100 micrometri senza lucidatura;

- Spessore del rivestimento a fine processo del rivestimento di alluminio: 350 micron con lucidatura finale;

- Rugosità della superficie di rivestimento a fine processo: 11 micrometri;

- Rugosità a fine processo con finale con lucidatura finale manuale:1 micrometro;

- Adesitività del film di alluminio sulla superficie di fibra di carbonio: 4-8 MPa;

- Resistività elettrica in Ohm in tutti i punti della superficie parabolica:vicina allo zero;

- Possibilità di rivestire parabole in fibra di carbonio CFRP rinforzata con resina epossidica di qualsiasi diametro da 30 cm a 10 m e oltre.

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento di rivestimento delle superfici riflettenti di antenne paraboliche, in cui dette superfici riflettenti sono realizzate in materiale composito, comprendente un passaggio di deposizione metallica su dette superfici riflettenti mediante la tecnica del *thermal wire spray* caratterizzato da una o più fasi di raffreddamento sulla corrente di accelerazione delle particelle metalliche e/o sulla superficie del disco parabolico di detta antenna.

2. Procedimento secondo la rivendicazione 1 in cui detto materiale composito consiste in fibre di carbonio in matrice di resine epossidiche.

3. Procedimento secondo la rivendicazione 1 o 2 in cui detto passaggio di di deposizione metallica è eseguito imprimendo nello stesso tempo una velocità di rotazione a detta antenna nell'intervallo di 40-400 giri/min.

4. Procedimento secondo la rivendicazione 3 in cui detto raffreddamento consiste nell'insufflare argon e/o azoto e/o aria compressa o aria compressa e/o argon e/o azoto miscelati a cristalli di CO2 solida.

5. Procedimento secondo le rivendicazioni 3 o 4 in cui in detto passaggio di rivestimento sono usati ugelli ossido-acetilinici o di ossigeno in miscela con gas combustibili.

6. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 5 in cui detto rivestimento metallico è in un metallo o lega metallica scelta nel gruppo di Al, Zn, acciaio, Cu , SbSn Ag, Au, Ti, Cr, Ni molibdeno, inconel, Monel, nichel/alluminio, bronzo.

7. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 2 a 6 comprendente un ulteriore passaggio in cui da detta superficie riflettente è asportato uno strato di resina epossidica con un processo di pallinatura.

8. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 7 comprendente un passaggio successivo di smerigliatura, tale che detta superficie riflettente sia idonea a ricevere onde elettromagnetiche fino ad una frequenza di 300 GHz.

9. Superficie riflettente per antenne paraboliche con un rivestimento metallico ottenibile secondo il procedimento di una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 8 caratterizzate da una rugosità superficiale media compresa tra 0,5 e 20 µm.

10. Antenna parabolica comprendente una superficie riflettente secondo la rivendicazione 9.

CLAIMS

1. A process of coating the reflective surfaces of parabolic antennas, wherein said reflective surfaces are made of a composite material, comprising a step of metal deposition on said reflective surfaces by the technique of *thermal wire spray* characterised in one or more phases of cooling on the current acceleration of the metal particles and/or on the surface of the parabolic dish of said antenna.

2. The process according to claim 1 wherein said composite material consisting in carbon fibres in epoxy resin matrix.

3. The process according to claim 1 or 2 wherein said step of metal deposition is performed imparting at the same time a rotational speed to said antenna in the range of 40-400 rev/min.

4. The process according to claim 3 wherein said cooling phase consisting of blowing argon and/or nitrogen and/or compressed air or compressed air and/or argon and/or nitrogen mixed with crystals of solid CO_2.

5. The process according to claim 3 or 4 wherein in said step of coating are used nozzles oxide-acetylenic or oxygen mixed with combustible gases.

6. The process according to any one of the claims 1 to 5 wherein said metal coating is a metal or metal alloy chosen in the group of Al, Zn, steel, copper, SbSn Ag, Au, Ti, Cr, Ni molybdenum, Inconel, Monel, nickel/aluminum, bronze.

7. The process according to any one of the claims 2 to 6 further comprising a step wherein from said reflective surface is removed a layer of epoxy resin by a process of shot peening.

8. The process according to any one of the claims 1 to 7 comprising a subsequent step of grinding, whereby said reflecting surface is suitable to receive electromagnetic waves up to a frequency of 300 GHz.

9. Reflective surface for parabolic antennas with a metal coating obtainable by the process according to any one of the claims 1 to 8 characterized by an average surface roughness between 0.5 and 20 µm.

10. Parabolic antenna comprising the reflective surface according to claim 9.

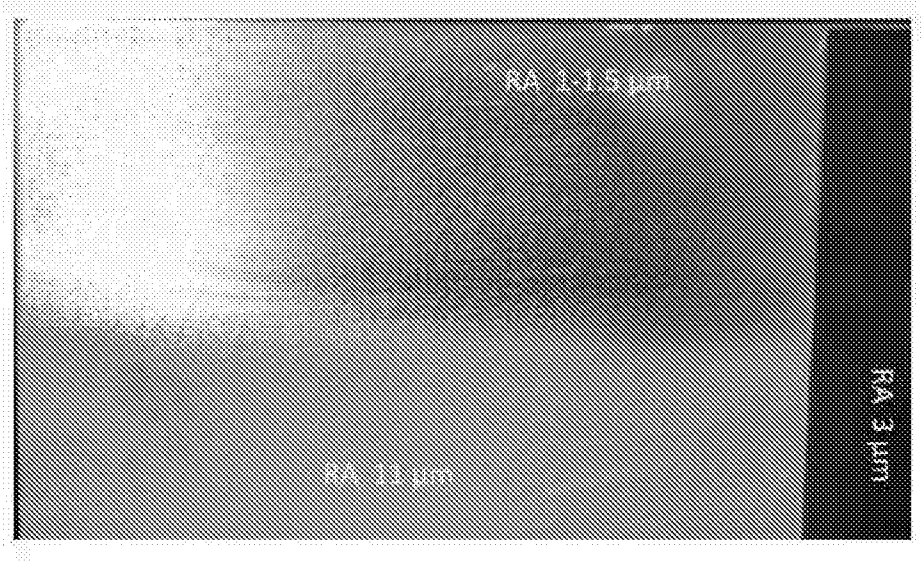


FIG.1

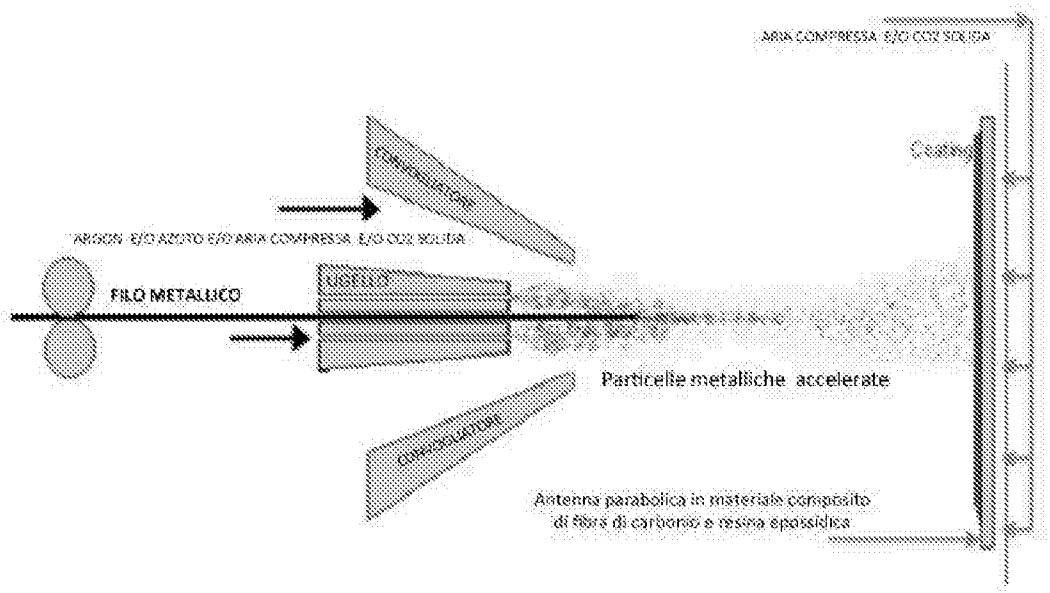

ARIA COMPRESSA E/O CO2 SOLIDA
ARGON E/O AZOTO E/O ARIA COMPRESSA E/O CO2 SOLIDA
FILO METALLICO
Particelle metalliche accelerate
Antenna parabolica in materiale composito
di fibra di carbonio e resina epossidica

FIG.2