



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA NUMERO	102007901566503
Data Deposito	19/10/2007
Data Pubblicazione	19/04/2009

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	29	C		

Titolo

APPARECCHIATURA PER LA FABBRICAZIONE DI ELEMENTI STRUTTURALI DI MATERIALE COMPOSITO A BASE DI FIBRA DI CARBONIO PER LA COSTRUZIONE DI AEROMOBILI.

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Apparecchiatura per la fabbricazione di elementi strutturali di materiale composito a base di fibra di carbonio per la costruzione di aeromobili"

Di: ALENIA AERONAUTICA S.p.A., nazionalità italiana, Viale dell'Aeronautica s.n.c., 80038 Pomigliano d'Arco (NA)

Inventori designati:

BENEVENTI Francesco; DE VITA Vincenzo;

PELUSI Vincenzo; IANNANTUONI Giovanni Antonio.

Depositata il 19 ottobre 2007

DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce a un'apparecchiatura per la fabbricazione di elementi strutturali in materiale composito a base di fibra di carbonio per la costruzione di aeromobili.

Nel settore della costruzione di aeromobili, per la fabbricazione di elementi strutturali, quali ad esempio travi, si segue un processo che comprende la laminazione o deposizione di fogli di fibra di carbonio su un attrezzo formatore. In certi casi i fogli (denominati "prepreg") possono essere depositati già preimpregnati di resina sintetica termoisolante non polimerizzata che serve da legante. In alternativa la resina viene infusa dopo che i

fogli sono stati sovrapposti allo stato secco sull'attrezzo formatore. Poi la cosiddetta preforma, costituita dai fogli laminati di fibra con l'aggiunta di resina, viene rivestita da un sacco a vuoto per rimuovere l'aria, e introdotta in un'autoclave, applicando temperatura e pressione elevate così da provocare la polimerizzazione della matrice resinosa termoindurente e conferire agli strati laminati la forma desiderata. In certi casi, dove si sovrappongono fogli non preimpregnati sull'attrezzo formatore, si predispone nel sacco a vuoto un quantitativo dosato di resina che, in autoclave, permea i fogli di fibra e polimerizza. Quest'ultima tecnica è nota nel settore come "*resin film infusion*" o "*resin transfer moulding*" nel caso si utilizzi un attrezzo chiuso ad iniezione di resina per la polimerizzazione in autoclave. Per la polimerizzazione di elementi strutturali lunghi o estesi è richiesta un'autoclave di grosse dimensioni, che comporta elevati costi di installazione e di esercizio. Le autoclavi generalmente necessitano di attrezzature associate piuttosto costose per attuare i cicli di lavoro piuttosto lenti.

La presente invenzione si propone il duplice scopo di conseguire un eccellente risultato finale

nella polimerizzazione di elementi strutturali composti di dimensioni anche considerevoli, e di attuare il processo di polimerizzazione in modo efficiente, veloce, economico, senza fare uso di un'autoclave.

Secondo l'invenzione, tale scopo viene raggiunto grazie ad un'apparecchiatura avente le caratteristiche richiamate nelle rivendicazioni che seguono.

Una forma di attuazione preferita dell'invenzione verrà ora descritta, a puro titolo di esempio non limitativo, con riferimento all'unico disegno annesso, che è una vista schematica in sezione verticale di un'apparecchiatura secondo l'invenzione.

Con riferimento al disegno, un'apparecchiatura secondo l'invenzione comprende un attrezzo formato-re 10 con una superficie superiore di formatura 11 sulla quale vengono depositati e sovrapposti i fogli C di una fibra di rinforzo, tipicamente fibra di carbonio, costituenti una preforma. La superficie di formatura potrà ovviamente assumere qualsiasi forma variamente sagomata a seconda delle esigenze specifiche.

Secondo una caratteristica importante

dell'invenzione, nell'attrezzo formatore sono incorporati uno o più resistori elettrici riscaldanti, indicati solo schematicamente con 12, opportunamente distribuiti in modo tale da riscaldare la superficie di formatura 11 dell'attrezzo in modo uniforme e in tempi relativamente rapidi.

L'attrezzo è chiuso superiormente da un coperchio apribile o rimovibile 13, che ha una forma in pianta sostanzialmente congruente a quella dell'attrezzo. Una guarnizione di tenuta 14 corre con continuità all'interfaccia tra il coperchio e l'attrezzo, lungo il perimetro del bordo inferiore del coperchio. Preferibilmente la guarnizione 14 si impegna in una scanalatura perimetrale 15 che corre attorno alla superficie superiore 11 dell'attrezzo formatore.

L'attrezzo 10 è attraversato da almeno un condotto di aspirazione 16 che si apre sulla superficie di formatura 11 per aspirare l'aria dalla preforma di fibra di carbonio C dopo che su di essa è stato posto un sacco a vuoto V. La depressurizzazione è effettuata mediante una pompa a vuoto 17.

Per pressurizzare l'ambiente 22 racchiuso tra il coperchio e l'attrezzo è prevista una linea d'ingresso 18 per l'alimentazione di aria compressa

o altro aeriforme pressurizzato da una pompa 19 associata all'apparecchiatura. Preferibilmente la linea d'ingresso 18 attraversa il coperchio 13.

Opzionalmente, per attuare anche processi di infusione, l'attrezzo 10 può anche essere attraversato da uno o più condotti 20 per l'alimentazione di resina; questi condotti si aprono sulla superficie di formatura 11 per fornire la resina termoindurente alla preforma secca.

Il riscaldamento dei resistori 12 è controllato da un'unità di elaborazione, tipicamente un PLC o *Programmable Logic Controller*, equipaggiato con un personal computer, che sovrintende al funzionamento dell'apparecchiatura nel suo complesso, e dunque anche al funzionamento della pompa a vuoto 17, della pompa di pressurizzazione 19 e della pompa 21 di infusione della resina.

Le singole operazioni effettuate dell'apparecchiatura, come discusso brevemente qui di seguito, non differiscono in modo apprezzabile da quelle tradizionali e pertanto non vengono descritte in modo particolareggiato nella presente descrizione.

In condizioni operative, i resistori sono controllati dal PLC per eseguire una o più rampe di

riscaldamento dell'attrezzo, dopodiché sulla superficie di formatura di questo si depositano gli strati in fibra di carbonio (allo stato secco o preimpregnate di resina). Quindi si colloca sugli strati laminati un sacco a vuoto, costituito da una pellicola resistente di materiale polimerico, si attiva la pompa a vuoto 17 e si toglie l'aria dalla preforma. Se la preforma è secca, si attiva l'infusione di resina attraverso la pompa 21. Quindi si pressurizza l'ambiente all'interno del coperchio e si fa polimerizzare la resina ad una temperatura prestabilita alimentando elettricamente i resistori 12.

Grazie al PLC si possono controllare meglio che in un'autoclave le grandezze o parametri fondamentali per l'esecuzione di un ciclo di polimerizzazione, e cioè la pressione, il riscaldamento e il vuoto. Si possono effettuare rampe di riscaldamento e di pre-riscaldamento (per ammorbidire le fibre di carbonio) con il coperchio aperto, mentre si svolgono attività manuali, ad esempio per riposizionare e adattare le fibre di carbonio per farle copiare esattamente la forma dell'attrezzo. L'apparecchiatura permette di lavorare con una certa flessibilità. La resina, ad esempio, può essere

infusa anche in assenza di pressurizzazione, a co-
perchio aperto, e a resistori attivati. I resistori
12 possono essere disposti e distribuiti vantaggio-
samente in modo tale da garantire uniformità di
temperatura in tutto il materiale composito. Si e-
limina così un inconveniente tipico della lavora-
zione di compositi di grosse dimensioni in autocla-
ve, dove differenze di temperatura di più di 3°C da
un punto all'altro dell'attrezzo possono dare luogo
a difetti di fabbricazione.

Le persone esperte nel settore riconosceranno
che mentre un'autoclave richiede da 60 a 90 minuti
per raggiungere una temperatura di 180°C, con l'in-
venzione questa temperatura è raggiungibile in cir-
ca 13 minuti, con notevole risparmio energetico e
di tempo. Si apprezzerà che il calore è trasmesso
direttamente per conduzione, anziché, come nelle
autoclavi, per convezione, riscaldando l'aria o
l'azoto. Ne consegue una notevole efficienza termi-
ca. L'apparecchiatura inoltre può asservire contem-
poraneamente più attrezzi in parallelo per lo stes-
so ciclo di cura (collegamento a stella). Si ap-
prezzerà infine che l'apparecchiatura è trasporta-
bile (ad esempio nell'hangar di un aeroporto) così
da poter riparare sul posto strutture in composito

eventualmente danneggiate o difettose.

Si intende che l'invenzione non è limitata alla forma di realizzazione qui descritta ed illustrata, che è da considerarsi come un esempio di attuazione dell'apparecchiatura; l'invenzione è invece suscettibile di modifiche relative a forma, dimensioni, disposizione di parti e materiali utilizzati.

RIVENDICAZIONI

1. Apparecchiatura per la fabbricazione di elementi strutturali di materiale composito di fibra per la costruzione di aeromobili, comprendente in combinazione:

- un attrezzo formatore (10) con una superficie superiore di formatura (11) sulla quale depositare una sovrapposizione di fogli (C) di fibra di rinforzo,
- mezzi riscaldanti (12) incorporati nell'attrezzo formatore (10) per regolare la temperatura della superficie di formatura (11),
- un coperchio apribile o rimovibile (13) disposto sull'attrezzo formatore (10) per definire con esso un ambiente chiuso (22),
- mezzi di tenuta ermetica (14) interposti tra il coperchio (13) e l'attrezzo formatore (10) per sigillare ermeticamente l'ambiente (22),
- mezzi depressori (16) comunicanti con la superficie superiore di formatura dell'attrezzo, e
- mezzi (18) per l'alimentazione di aria pressurizzata in detto ambiente.

2. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 1, in cui i mezzi riscaldanti (12) comprendono resistori elettrici distribuiti nell'attrezzo formatore

in modo tale da riscaldare uniformemente la superficie di formatura (11) dell'attrezzo (10).

3. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 1, in cui i mezzi depressori includono almeno un condotto di aspirazione (16) che attraversa l'attrezzo (10) e che si apre sulla superficie di formatura (11).

4. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 3, in cui i mezzi depressori comprendono inoltre una pompa a vuoto (17) associata all'apparecchiatura.

5. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 1, in cui i mezzi di pressurizzazione comprendono una linea d'ingresso (18) per l'alimentazione di aria compressa o altro aeriforme pressurizzato da una pompa (19) associata all'apparecchiatura.

6. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 5, in cui la linea d'ingresso (18) attraversa il co-perchio (13).

7. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 1, comprendente inoltre mezzi (20) per l'alimentazione di una matrice resinosa.

8. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 7, in cui i mezzi di alimentazione della matrice resinosa comprendono almeno un condotto di alimentazione (20) che attraversa l'attrezzo (10) e che si a-

pre sulla superficie di formatura (11).

9. Apparecchiatura secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, comprendente inoltre un'unità elettronica programmabile (PLC) operativamente collegata a detti mezzi riscaldanti e a detti mezzi depressori, di pressurizzazione e di alimentazione della resina.

10. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 1, in cui il coperchio (13) ha una forma in pianta sostanzialmente congruente a quella dell'attrezzo (10).

11. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 10, in cui i mezzi di tenuta (14) comprendono una guarnizione di tenuta che corre con continuità all'interfaccia tra il coperchio (13) e l'attrezzo (10).

12. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 11, in cui la guarnizione (14) è applicata lungo il perimetro di un bordo inferiore del coperchio (13).

13. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 11, in cui la guarnizione (14) si impegna in una scanalatura perimetrale (15) dell'attrezzo formatore che corre attorno alla superficie di formatura (11).

