

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102008901685327A1

Publication Date

20100609

Applicant

ALENIA AERONAUTICA S.P.A.

Title

BORDO D'ATTACCO PER ALI ED IMPENNAGGI DI AEROMOBILI

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Bordo d'attacco per ali ed impennaggi di aeromobili"

di: ALENIA AERONAUTICA S.p.A., nazionalità italiana, Viale dell'Aeronautica s.n.c., 80038 POMIGLIANO D'ARCO (NA)

Inventori designati: Luigi CAPASSO, Marco FASSERO, Massimo RICCIO, Ernesto RINALDI, Salvatore RUSSO

Depositata il: 9 dicembre 2008

DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce ad una struttura di bordo d'attacco per ali ed impennaggi di aeromobili.

Ali ed impennaggi (verticali ed orizzontali) sono strutture primarie dimensionate in modo tale da presentare rigidezza e robustezza adeguate ai carichi aerodinamici ai quali possono essere soggette durante le fasi di volo, atterraggio e decollo. La struttura del bordo d'attacco di un'ala e di un impennaggio deve inoltre essere dimensionata per resistere all'impatto con un volatile.

La verifica cosiddetta a "*bird strike*" è regolata dalla FAR 25.631 e stabilisce che: se un velivolo subisce un impatto con un volatile, di peso

definito e ad una velocità stabilita, in seguito a tale condizione non si devono verificare danni alle strutture primarie tali da comportare un impedimento ad un rientro sicuro del velivolo sul primo aeroporto utile. Dato che in condizioni di volo di crociera il primo elemento strutturale che potenzialmente può essere soggetto a tali tipi di impatto è il bordo di attacco, questa struttura deve essere pienamente conforme alla normativa sopra citata. Oltre al requisito di cui sopra è necessario che il bordo di attacco sia opportunamente dimensionato in maniera tale da resistere ai carichi aerodinamici applicati sullo stesso.

Comunemente le strutture suddette sono progettate e realizzate in maniera tale da impedire il perforamento del bordo di attacco, e quindi evitare possibili danni alla struttura retrostante, oppure, nel caso in cui sia previsto il perforamento, sono progettate in modo che il danno sia localmente limitato.

Tradizionalmente le strutture alari sono realizzate in alluminio (spessori di guscio generalmente di pochi millimetri) rinforzato da elementi trasversali che hanno il compito principale di dare la forma al profilo. In queste strutture il compito

di assorbire l'energia è svolto, oltre che dalla forma - generalmente curva - del bordo d'attacco, soprattutto dal suo spessore. Quanto maggiore è lo spessore, tanto più elevata è l'energia assorbita.

Altre strutture alari utilizzano, anche per il bordo d'attacco, materiali ibridi quale il Glare® (laminato di fibra di vetro ed alluminio). In queste altre strutture, il compito dell'assorbimento dell'energia è affidato, oltre che alla forma curva del bordo di attacco, soprattutto all'accoppiamento tra fibra di vetro e alluminio. La fibra di vetro contribuisce in modo importante ad assorbire una frazione considerevole dell'energia di deformazione elasto-plastica conseguente ad un impatto; questo effetto è denominato "*bridging*" nel settore dei materiali applicati agli aeromobili.

La presente invenzione si prefigge lo scopo di realizzare una struttura perfezionata per il bordo d'attacco di un'ala o di un impennaggio, affrontando in via principale il problema di ottimizzare la rigidezza strutturale, minimizzare i danni derivanti da impatti con volatili e allo stesso tempo ridurre il peso complessivo dell'ala o impennaggio.

Questo ed altri scopi e vantaggi, che saranno compresi meglio in seguito, sono raggiunti secondo

l'invenzione da un bordo d'attacco avente le caratteristiche definite nelle rivendicazioni annesse.

Verranno ora descritte alcune forme di realizzazione preferite ma non limitative dell'invenzione; si fa riferimento ai disegni allegati, in cui:

- la figura 1 è una vista schematica in sezione trasversale che rappresenta una prima forma di realizzazione di una struttura di bordo d'attacco secondo l'invenzione;
- la figura 2 illustra in scala ingrandita un dettaglio di una struttura stratificata data dalla sovrapposizione di pannelli multistrato del tipo della figura 1;
- la figura 3 è una vista schematica in sezione trasversale di una seconda forma di realizzazione di una struttura di bordo d'attacco secondo l'invenzione;
- la figura 4 illustra in scala ingrandita una struttura stratificata data dalla sovrapposizione di pannelli multistrato del tipo della figura 3; e
- le figure 4 e 5 sono viste prospettiche che illustrano due esempi di strati a nido d'ape adatti ad essere incorporati nei pannelli multistrato delle figure 1-3.

Facendo inizialmente riferimento alla figura

1, una struttura di bordo d'attacco per un'ala o un impennaggio è indicata nel suo insieme con 10. Nella descrizione che segue si fa uso dei termini "anteriore", "esterno" ed "interno". Il termine "anteriore" è riferito alla direzione di avanzamento del velivolo, mentre i termini "esterno" ed "interno" sono generalmente riferiti ad una condizione in cui la struttura di bordo d'attacco è assemblata al resto dell'ala o dell'impennaggio, per cui gli elementi "interni" risultano racchiusi all'interno della struttura alare o impennaggio.

La struttura di bordo d'attacco 10 costituisce la porzione anteriore di un profilo alare. La struttura 10 è formata da una sovrapposizione di una pluralità di pannelli multistrato 20 opportunamente incurvati con concavità rivolte in una direzione qui definita "posteriore" con riferimento al senso di avanzamento di un velivolo.

Ciascun pannello multistrato presenta almeno i seguenti strati:

- un primo strato più esterno 21 costituito da un foglio d'alluminio o lega d'alluminio di spessore preferibilmente compreso tra 0,2 mm e 0,5 mm;
- un secondo strato intermedio 22 in fibra di vetro di spessore preferibilmente compreso tra 0,1

mm e 0,5 mm, ma possibilmente anche fino a 1 mm;

- un terzo strato 23 metallico a nido d'ape (*honeycomb*) di spessore compreso tra circa 0,6 cm e circa 2,5 cm, comprendente pareti localmente perpendicolari alla superficie di giacitura dello strato.

Lo strato intermedio in fibra di vetro 22 è legato agli strati ad esso adiacenti mediante rispettivi strati pellicolari 25 di adesivo strutturale. In alternativa, si potrà scegliere una fibra di vetro di tipo autoadesivo.

La successione degli strati 21, 22 e 23 componenti il pannello modulare 20 può ripetersi più volte a seconda delle esigenze di progettazione. Infatti, il terzo strato a nido d'ape è collegato saldamente, per mezzo di un adesivo, ad un successivo foglio di alluminio che, nella forma di realizzazione illustrata nella figura 1, costituisce il primo strato più esterno di un pannello successivo 20 con profilo convesso orientato concordemente con il profilo del pannello più esterno. Nella forma di realizzazione delle figure 3 e 4, invece, ciascun pannello multistrato 20 comprende un quarto strato 24 costituito da un ultimo foglio d'alluminio che fissato al terzo strato 23 dello

stesso pannello mediante adesivo. I due pannelli vengono poi fissati l'uno all'altro mediante un adesivo 25 applicato tra il quarto strato 24 a foglio d'alluminio di un pannello e il primo strato a foglio d'alluminio del pannello adiacente.

Con 12 sono indicate liste di chiusura a forma di Z in fibra di vetro atte a sigillare i bordi periferici dei pannelli multistrato 20. È preferibile scegliere pannelli multistrato del tipo avente un ulteriore foglio 24 d'alluminio per i pannelli più interni, in modo tale da coprire con continuità gli strati a nido d'ape 23 dei pannelli collocati in questa posizione.

Le persone esperte nel settore comprenderanno che il numero di pannelli incurvati 20 che vengono sovrapposti, e quindi lo spessore complessivo del bordo d'attacco, è variabile in funzione delle necessità strutturali dell'ala o dell'impennaggio da costruire.

I fogli d'alluminio servono fondamentalmente da elementi di vincolo per gli strati di fibra di vetro. Le caratteristiche strutturali di elevata resistenza meccanica e resilienza della fibra di vetro, saldamente intimamente unita al nido d'ape metallico e al foglio d'alluminio, provvedono un

effetto di *bridging* che contribuisce ad assorbire una frazione notevole dell'energia della deformazione elasto-plastica conseguente ad un impatto. Allo stesso tempo, l'invenzione sfrutta la capacità dello strato metallico a nido d'ape di assorbire un'altra quota importante dell'energia derivante dall'impatto. Lo strato a nido d'ape, infatti, collassa per schiacciamento (*crushing*) limitatamente alla zona dove si verifica l'impatto. Il danno non viene perciò propagato ad altre parti dell'ala o dell'impennaggio. Lo strato a nido d'ape ha principalmente una funzione strutturale, poiché determina la rigidità complessiva del bordo d'attacco con il vantaggio di ridurre in misura significativa il peso complessivo dell'ala rispetto a strutture tradizionali. Gli strati a nido d'ape illustrati a titolo d'esempio nelle figure 4 e 5, aventi pareti leggermente ondulate e disponibili commercialmente sotto i nomi Flex-Core® e Double-Flex® si prestano idealmente a seguire profili a singola curvatura o leggera doppia curvatura (figura 4) o a doppia curvatura accentuata (figura 5).

Prove sperimentali effettuate dalla Richiedente hanno dimostrato che una struttura alare costruita secondo la presente invenzione consente un

risparmio di peso, a parità di deformazione complessiva del bordo d'attacco nella zona d'impatto, dell'ordine del 30% rispetto ad una struttura di rigidezza paragonabile costruita con la tecnologia Glare®.

Si intende che l'invenzione non è limitata alle forme di realizzazione qui descritte ed illustrate, che sono da considerarsi come esempi di attuazione del bordo d'attacco; l'invenzione è invece suscettibile di modifiche relative a forma, dimensioni, disposizioni di parti e dettagli costruttivi. Ad esempio, l'ordine degli singoli strati componenti i pannelli potrà essere invertito rispetto a quanto illustrato nei presenti esempi, disponendo il primo strato a foglio metallico 21 più internamente, e il terzo strato a nido d'ape (o il quarto strato a foglio metallico 24, se previsto) più esternamente con riferimento alla struttura dell'ala o impennaggio.

RIVENDICAZIONI

1. Struttura di bordo d'attacco (10) per ali ed impennaggi, caratterizzata dal fatto di comprendere due o più pannelli multistrato (20) almeno parzialmente sovrapposti e opportunamente incurvati con concavità almeno parzialmente congruenti, dove ciascun pannello multistrato presenta almeno i seguenti tre strati:

- un primo strato (21) costituito da un foglio metallico,
- un secondo strato intermedio (22) in fibra di vetro saldamente fissato al primo strato (21), e
- un terzo strato (23) metallico a nido d'ape saldamente fissato al secondo strato (22).

2. Struttura di bordo d'attacco secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che almeno uno dei pannelli comprende un quarto strato (24) costituito da un ulteriore foglio metallico.

3. Struttura di bordo d'attacco secondo la rivendicazione 1 o 2, caratterizzata dal fatto che in ciascun pannello (20) gli strati sono fissati tra loro mediante adesivo.

4. Struttura di bordo d'attacco secondo la rivendicazione 1, 2 o 3, caratterizzata dal fatto che due pannelli (20) adiacenti e almeno parzialmente

sovrapposti sono fissati l'uno all'altro mediante adesivo.

5. Struttura di bordo d'attacco secondo la rivendicazione 4 in quanto dipendente dalla rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che il terzo strato metallico a nido d'ape (23) di un dato pannello è fissato mediante adesivo al primo strato (21) di foglio metallico di un altro pannello almeno parzialmente sovrapposto a quel dato pannello.

6. Struttura di bordo d'attacco secondo la rivendicazione 4 in quanto dipendente dalla rivendicazione 2, caratterizzata dal fatto che il quarto strato a foglio metallico (24) di un dato pannello è fissato mediante adesivo al primo strato (21) a foglio metallico di un altro pannello almeno parzialmente sovrapposto a quel dato pannello.

7. Struttura di bordo d'attacco secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che detti strati a foglio metallico (21, 24) sono fatti d'alluminio o lega d'alluminio.

8. Struttura di bordo d'attacco secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che detti strati a foglio metallico (21, 24) hanno spessore compreso tra circa 0,2 mm e circa 0,5 mm.

9. Struttura di bordo d'attacco secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che il secondo strato in fibra di vetro (22) ha spessore compreso tra circa 0,1 mm e circa 1 mm, preferibilmente tra circa 0,2 e circa 0,5 mm.

10. Struttura di bordo d'attacco secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che il terzo strato metallico a nido d'ape (23) è fatto d'alluminio o lega d'alluminio.

11. Struttura di bordo d'attacco secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che il terzo strato metallico a nido d'ape (23) ha spessore compreso tra circa 0,6 cm e circa 2,5 cm.

12. Struttura di bordo d'attacco secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che il terzo strato metallico a nido d'ape (23) include pareti localmente perpendicolari alla superficie di giacitura dello stesso strato.

13. Struttura di bordo d'attacco secondo la rivendicazione 12, caratterizzata dal fatto che le pareti dello strato a nido d'ape (23) hanno forma ondulata.

14. Struttura di bordo d'attacco secondo una qua-

lunque delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che in ogni pannello (20) il primo strato (21) è quello più esterno.

15. Struttura di bordo d'attacco secondo una qualunque delle rivendicazioni da 1 a 13, caratterizzata dal fatto che in ogni pannello (20) il primo strato (21) è quello più interno.

CLAIMS

1. A leading edge structure (10) for aircraft wings and empennages, characterised by comprising two or more multilayer panels (20) at least partially overlapping and suitably curved with at least partially congruent concavities, wherein each multilayer panel includes at least the following three layers:

- a first layer (21) consisting of a metal foil,
- a second intermediate layer (22) of fibre-glass, fixedly secured to the first layer (21), and
- a third honeycomb metal layer (23) securely fixed to the second layer (22).

2. A leading edge structure according to claim 1, characterised in that at least one of the panels comprises a fourth layer (24) consisting of a further metal foil.

3. A leading edge structure according to claim 1 or 2, characterised in that, in each panel (20) layers are fixed to one another by means of adhesives.

4. A leading edge structure according to claim 1, 2 or 3, characterised in that two adjacent and at least partially overlapping panels (20) are fixed to one another by means of adhesives.

5. A leading edge structure according to claim 4 when dependent on claim 1, characterised in that the third metal honeycomb layer (23) of a given panel is fixed by means of adhesives to the first metal foil layer (21) of another panel at least partially overlapping said given panel.

6. A leading edge structure according to claim 4 when dependent on claim 2, characterised in that the fourth metal foil layer (24) of a given panel is fixed by means of adhesive to the first metal foil layer (21) of another panel at least partially overlapping said given panel.

7. A leading edge structure according to any one of the preceding claims, characterised in that said metal foil layers (21, 24) are made of aluminium or alloys thereof.

8. A leading edge structure according to any one of the preceding claims, characterised in that said metal foil layers (21, 24) have a thickness ranging between about 0.2 mm and about 0.5 mm.

9. A leading edge structure according to any one of the preceding claims, characterised in that the second fibreglass layer (22) has a thickness ranging between about 0.1 and about 1 mm, preferably between 0.2 and 0.5 mm.

10. A leading edge structure according to any one of the preceding claims, characterised in that the third metal honeycomb layer (23) is made of aluminium or alloys thereof.

11. A leading edge structure according to any one of the preceding claims, characterised in that the third honeycomb metal layer (23) has a thickness ranging between about 0.6 cm and about 2.5 cm.

12. A leading edge structure according to any one of the preceding claims, characterised in that the third honeycomb metal layer (23) includes walls locally perpendicular to the surface on which that layer lies.

13. A leading edge structure according to claim 12, characterised in that the walls of the honeycomb layer (23) have an undulating shape.

14. A leading edge structure according to any one of the preceding claims, characterised in that in each panel (20) the first layer (21) is the outermost.

15. A leading edge structure according to any one of claims 1 to 13, characterised in that in each panel (20) the first layer (21) is the innermost.

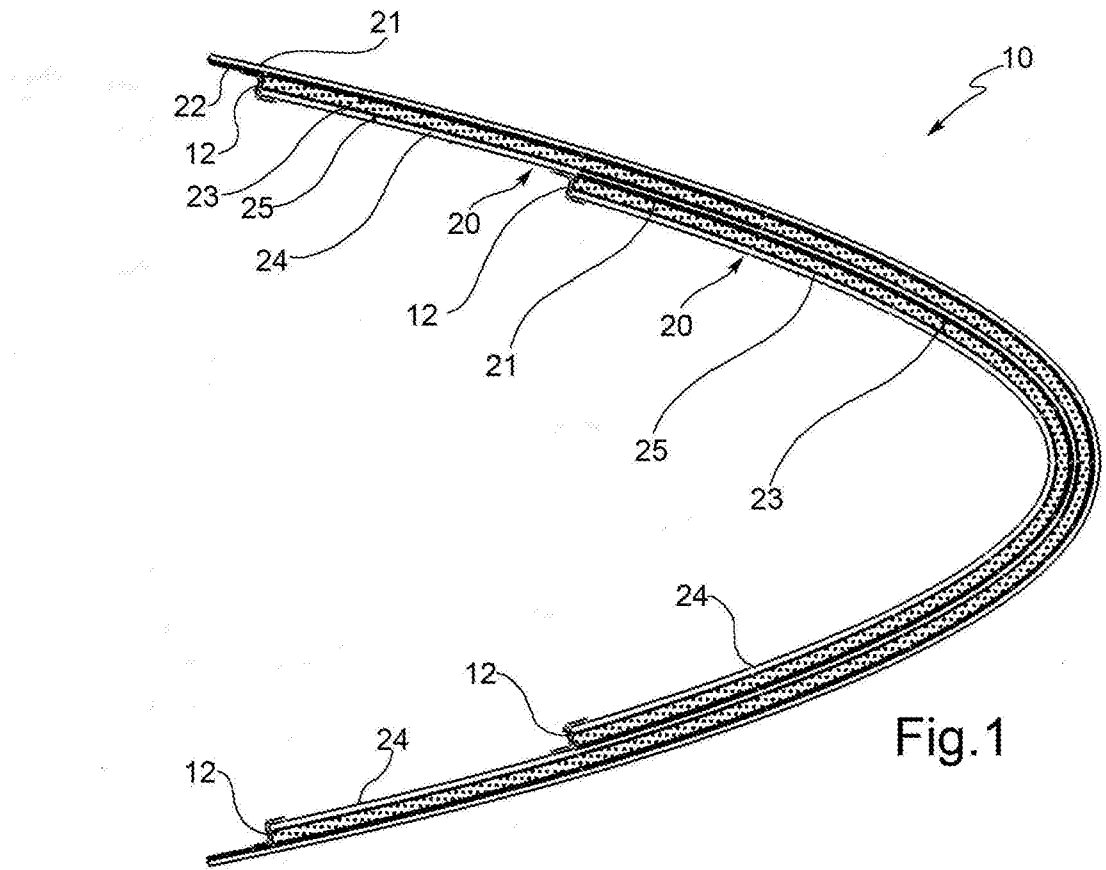


Fig.1

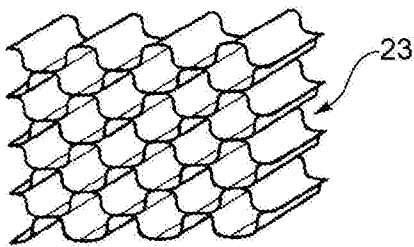


Fig.4

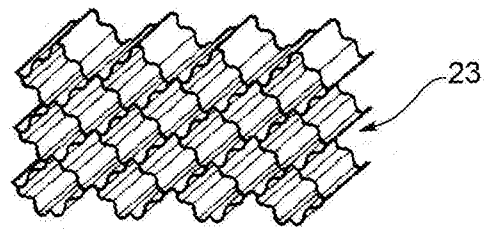


Fig.5

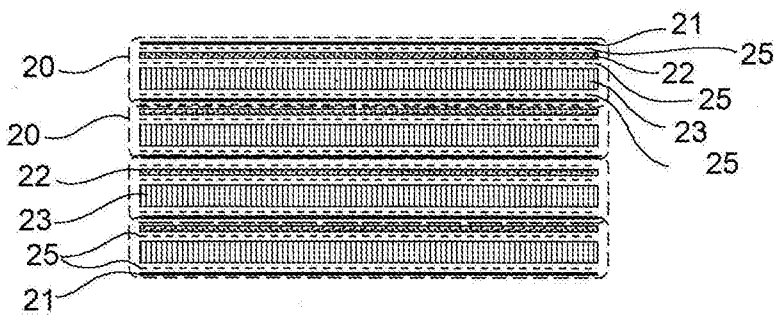


Fig.2

