



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2017 00355**

(22) Data de depozit: **09/06/2017**

(41) Data publicării cererii:
28/12/2018 BOPI nr. **12/2018**

(71) Solicitant:
• **ALEXAN OCTAV**, CALEA TRAIAN, NR. 4A,
AP. 44, BAI A MARE, MM, RO;
• **DOMȘA MIREL**, 213 SUNSET HEIGHTS,
COCHRANE, T4C0E1, ALBERTA, CA

(72) Inventatori:
• **DOMȘA MIREL**, 213 SUNSET HEIGHTS,
COCHRANE, T4C0E1, ALBERTA, CA;
• **ALEXAN OCTAV**, CALEA TRAIAN, NR. 4A,
AP. 44, BAI A MARE, MM, RO

Data publicării raportului de documentare:
28.12.2018

(54) STRUCTURI DE ARIPI CU ELEMENTE SINUSOIDALE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o structură de aripi ultraușoare fabricate prin tehnologii de imprimare 3D sau prin termoformare, destinată aeromodelelor și dronelor din categoria fără pilot. Structura conform invenției are un înveliș (IG) gros continuu și niște elemente (ES) sinusoidale echidistant intersectate între ele într-o rețea de arce întrepătrunse, care formează o latică (LS) de structură cu funcție dublă de lonjeroane și nervuri transversale, latică (LS) de structură și învelișul (IG) gros sunt realizate sub forma unui ansamblu (Auf) unitar fuzionat cu forme neîntrerupte, astfel încât toate părțile sunt contopite, respectiv învelișul (IG) gros și elementele (ES) sinusoidale sunt fuzionate în toate zonele de contact reciproc; ansamblul (Auf) unitar fuzionat astfel realizat cuprinde lungimea unei aripi, iar, după caz, este prevăzut cu niște decupaje (d), cu niște nervuri (nV) variate, respectiv cu niște ochiuri (o) și cu un înveliș (IS) subțire adițional.

Revendicări: 10
Figuri: 5

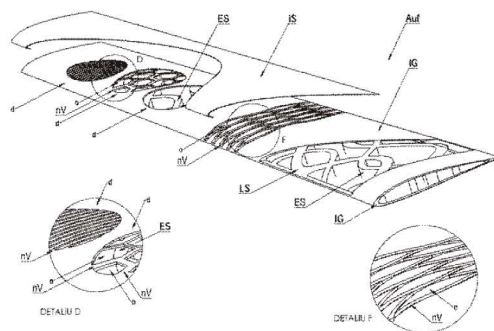


Fig. 3a



Structuri de Aripă cu Elemente Sinusoidale

Invenția se referă la construcția de aripă ultraușoară cu *număr redus de componente și asamblare simplă*, și în special la structuri de aripă cu înveliș exterior și elemente structurale interioare particularizate pentru *fabricație prin imprimare 3D ALM sau prin termoformare*, și propune o structură nouă de aripă fără lonjeroane, nervuri transversale, lise, ori panouri de înveliș, realizată din materiale sintetice termoplastice modelate cu ușurință pentru a forma geometria ce asigură *integritatea structurală a aripii*.

Domeniul Tehnic la care se referă invenția este încadrat la construcția aripiilor pentru aparate de zbor B64C3, și în special fabricația structurilor de aripă fără rețea de lonjeroane și nervuri transversale. În particular invenția se referă la structuri de aripă fabricate prin tehnologii de imprimare 3D ALM și respectiv termoformare, cu specializare pentru domeniul de aeromodele și drone cu aripă fixă, de dimensiuni medii și mari, din categoria UAV (fără pilot), și cu aplicabilitate pentru aparate de zbor pilotate MAV (cu pilot).

Este cunoscut că structura clasică a unei aripi de avion include un număr de componente realizate separat care apoi sunt asamblate împreună într-o rețea structurală ce include: **lonjeroane, lise, nervuri transversale, panouri de înveliș** și alte componente de rigidizare dispuse între tronsoanele aripii. Un aranjament structural incluzând cel puțin două lonjeroane cuplate împreună cu învelișul formează așa numitul **cheson de rezistență**, care are sarcina de a prelua *eforturile* aerodinamice și mecanice la care este supusă aripa.

Lonjeroanele sunt elemente de rigidizare longitudinală, realizate din materiale rezistente la încovoiere și torsiune, așezate de-a lungul aripii. Au aspectul unei grinzi consolidate alcătuite din tălpi (profile corniere) și inimă (platbandă), tipic îmbinate între ele cu nituri. Lonjeroanele preiau cea mai mare parte din forțele și momentele ce acționează asupra aripii.

Nervurile transversalele sunt elemente de rigidizare transversală a aripii, montate de obicei perpendicular pe bordul de atac al aripii, respectiv dispuse ortogonal în relație cu lonjeroanele. Nervurile transversalele au rolul de a păstra forma aripii, conturând profilul aerodinamic al acesteia, și transmite solicitările aerodinamice la lonjeroane și lise.

Lisele sunt elemente de rigidizare montate în lungul aripii cu rolul de a prelua solicitările axiale datorate încovoierii aripii. Lisele rezistente la întindere și compresiune măresc rezistența învelișului la deformare. Sunt obținute tehnologic prin extrudare sau îndoire.

Învelișul aripii are rolul de a menține forma sa aerodinamică și este realizat clasic din tablă metalică, fie din duraluminu sau aliaje pe bază de titan ori magneziu. Învelișul este solicitat la eforturi de încovoiere și răsucire. Plăcile învelișului sunt prinse de celelalte elemente prin nituri. Dacă aripa are grosime mică, învelișul se poate realiza prin panouri monolit, iar construcția unei astfel de aripi se realizează integral dintr-o singură bucată. La aripile cu grosime foarte mică, spațiul interior fără elemente de rigidizare este umplut cu structură de tip fagure sau cu alt material compozit, rezultând o structură compactă, cu rezistență mecanică mare.

Sunt cunoscute procese clasice de fabricație a aripilor pentru aparate de zbor, prin care structura aripii este realizată cu rețele de nervuri transversale și lonjeroane din subcomponente asamblate și întărite apoi cu lise și alte elemente de rigidizare. Un înveliș superior și unul inferior care împreună conturează forma aerodinamică a aripii sunt ulterior atașate cu nituri pe rețea. Se cunoaște că aceste procese de fabricație necesită asamblări de mare detaliu și manoperă intensivă. Este știut că stresurile structurale semnificative se acumulează în zonele de asamblare ale acestor rețele, afectând în timp *integritatea structurală a aripii* în exploatare.

Dintre invențiile ce adresează aspecte legate de structura aripii și procese de fabricație inovative, menționăm:

Patentul US5216799 prezintă o metodă de construcție a unei aripii din materiale compozite cu fibră de carbon la care un înveliș superior și un înveliș inferior sunt fuzionate unei rețele pre-asamblate de nervuri 15 transversale și lonjeroane 16, la care un conector 17 cruciform soluționează inovativ prinderea șuruburilor și astfel permite realizarea rețelei structurale pre-asamblate.

Invenția necesită mai mulți pași de fabricație: (i) formarea învelișului superior și inferior al aripii; (ii) formarea unei rețele de nervuri și lonjeroane unite prin conectori; (iii) ajustarea suprafețelor interioare ale învelișurilor; (iv) fuziunea întregului ansamblu unde toate componentele sunt din fibră de carbon.

- Deși aceasta soluție îmbunătățește soliditatea structurii prin fuziunea creată între înveliș și rețea, și de asemenea reduce timpul general de asamblare, patentul US5216799 prezintă **dezavantajul** că o succesiune de patru procese distincte și timpi semnificativi de fabricație aferenți sunt necesare pentru a finaliza construcția aripii.
- Din perspectiva prezentei cereri de brevet, patentul US5216799 necesită fabricația unei rețele structurale pre-asamblate complexe compusă dintr-o multitudine de nervuri 15 transversale și lonjeroane 16, și conectori asociați, cu **dezavantajul major** că nu prezintă o structură cu *număr redus de componente*.
- Suplimentar, metoda propusă în patentul US5216799 prezintă **dezavantajul** că dispunerea rețelei nu este adecvat configurată pentru fabricația simultană a învelișului și a rețelei structurale prin imprimare 3D ALM, și metoda nu implică utilizarea acestor tehnologii actuale.

Alte structuri de aripi inovative la care aranjamentul clasic de **lonjeroane, lise, nervuri transversale, panouri de înveliș** asamblate împreună este înlocuit cu alte elemente, prezintă variante diferite de fabricație a aripilor ultraușoare, după cum ar fi:

Patentul US4538780 introduce o structură compozită de aripa ultraușoară care include un corp 12 de aripă din spumă poliuretanică ușurată cu bile de spumă ușoare și înconjurat de un înveliș 14 realizat din mase plastice întărite cu fibre de carbon. Alungul corpului 12 de aripă și adiacent învelișului 14 este dispusă o pluralitate de tendoane 16 longitudinale care asigură rigiditatea aripii supusă la încovoiere. Alungul corpului 12 de aripă sunt de asemenea incluse și rezervoare 18 de combustibil. Structura aripii este realizată între o matriță superioară 20 și una inferioară 22, prin formarea învelișului 14 și injectarea de spumă poliuretanică pentru a obține corpul 12 de aripă ocupând volumul dispus între învelișul 14 și rezervoarele 18 și împrejurul tendoanelor 16, generând o structură de aripă ultraușoară ce poate fi creată cu forma, lungimea și grosimea dorite.

- Prin comparație, patentul US4538780 realizează o structură compactă de aripă care din punct de vedere structural solidizează învelișul 14 cu elemente interioare și tendoanele 16, dar prezintă **dezavantajul** că multiple solicitări mecanice sau termice care afectează în timp structura aripii pot degrada coeziunea oferită de spuma poliuretanică, și implicit vor diminua aderența spumei poliuretănice la elementele date, compromițând astfel *integritatea structurală a aripii*.
- Un alt **dezavantaj** rezultă din faptul că aripa este fabricată *fără alte spații interioare* decât rezervoarele 18, limitând în acest fel posibilitatea instalării ulterioare sau reparația de fire electrice, cabluri, tije ori alte elemente de control aerodinamic al aripii.

Patentul US4671471 prezintă o structură compozită la care aripa este compusă dintr-un miez frontal elongat (elongated leading edge core) format din material celular ultrașor configurat aerodinamic cu o zonă semi-circulară și una planară și acoperit cu un înveliș fin impenetrabil. Structura conține un miez elongat posterior (elongated trailing edge core) format din material celular ultrașor și un înveliș structural fin și impenetrabil fuzionat suprafețelor aerodinamice de sus și de jos. Corpul posterior prezintă o zonă planară verticală care se conectează cu partea corespunzătoare a corpului frontal. Învelișurile structurale sunt fuzionate cu ajutorul unui material de lipire și un sistem de formare (molding) care le ține în contact. Pentru întărirea structurii, elemente metalice 80, 82 și o placă 72 formează echivalentul unui lonjeron înserat între cele două corpuri și lipite acestora. Suplimentar îmbinarea este întărită cu nituri.

- Patentul US4671471 prezintă astfel o metodă simplă de fabricație a unei aripi ultrașoare, însă este asociat cu un **dezavantaj** legat de *integritatea structurală*, deoarece din punct de vedere structural prezintă limitări atunci când sarcinile utile sunt preluate numai de către învelișul aripii și o singură structură de tip lonjeron, limitând ca acest aranjament să fie adecvat numai la solicitări de încovoiere și torsiune mici.

Patentul **US 6190484 B1** introduce un proces de fabricație pentru o aripă monolitică (Fig P04), la care monostructura este realizată fără folosirea de conectori mecanici. Procesul descris include 10 etape:

1. formarea unei cutii centrale elongate alungul aripii, folosind o pluralitate de lonjeroane și o pluralitate de nervuri, și o pereche de elemente de contur (skin-molds) lipite acestora, formând o celulă rețea cu rol aerodinamic (airfoil shape) și structural.
2. înfășurarea, încălzirea locală, compactarea și unirea părților acestei celule cu benzi de material compozit dispuse judicios în straturi succesive, adecvat nevoii de rezistență.
3. asamblarea de celule adiționale de fiecare parte a celulei centrale.
4. înfășurarea împrejurul ansamblului, încălzirea locală, compactarea și unirea părților acestui ansamblu cu fâșii de material compozit.
5. adăugarea în continuare de celule dispuse adiționale de fiecare parte a celulei centrale similar etapelor 3 și 4 până când bordul de atac și cel de fugă sunt formate. Astfel înfășurarea repetată împrejurul ansamblului crează o structură monolitică fără conectori mecanici.
6. asamblarea conductelor de combustibil, fluid hidraulic și fire electrice.
7. izolarea zonelor umede în jurul rezervorului.
8. dispunerea benzilor de întărire în jurul decupajelor de inspecție pentru a preveni fisuri sau delaminare
9. tratarea termică a ansamblului în autoclava la presiune și temperatură constantă
10. curățirea finală și inspectarea

- Procesul descris în US 6190484 B1 asigură formarea unei structuri cu excelentă rezistentă la torsiune și încovoiere și permite fabricația unei structuri monolitice de aripă, însă un **dezavantaj major** – din perspectiva prezentei cererii de brevet – constă în *multitudinea fazelor de fabricație* a aripii, combinat cu *pluralitatea mare de componente* utilizate pentru formarea fiecărei celule elongate.
- Prin natura fabricației care necesită înfășurarea repetată a structurilor parțiale în fâșii de material compozit și tratarea termică finală în autoclavă, structura propusă de patentul US 6190484 B1 prezintă **dezavantajul** că nu permite fabricația acestuia prin

alte procese, și prin urmare exclude posibilitatea de a utiliza *tehnologii de imprimare 3D ALM sau termoformare*.

Prezentăm în continuare patentul **US7080805 B2** care introduce un sistem structural compus din două foi compozite între care este dispus un membru întăritor metalic atașat între cele două foi astfel încât să rezite încovoierii panoului compozit. Dispunerea generală este alungul axei panoului, iar membrul întăritor este așezat relativ perpendicular pe foile compozite și poate avea o formă sinuoasă. (Fig P05)

Formarea sistemului include foi de material compozit și elementul metalic întăritor sinuos atașat acestora cu adeziv și rășini sintetice iar ansamblul este tratat termic în autoclavă. Elemente auxiliare elongate pot fi adăugate sistemului pentru a simplifica fixarea membrului metalic la foile date, iar patentul prezintă o varietate de metode în care aceasta fixare poate fi făcută.

- Structura propusă permite realizarea unui sistem structural eficient, unde mai mulți membri întăritori sunt plasați între foile de sus și de jos ce mărginesc suprafața aerodinamică a aripii, fără a utiliza structuri în fagure pentru obținerea rezistenței dorite. Prin prisma prezentei cererii de brevet un dezavantaj imediat al acestei metode rezidă în complexitatea procesului de fixare a membrului metalic sinuos între foile care îl mărginesc și fazele multiple necesare pentru fabricația sistemului structural.
- Un alt dezavantaj rezultă din faptul că patentul nu explicitează o metodă de fabricație a unei aripi cu profil aerodinamic complet, și nu se evidentiază calea prin care se poate realiza o structură unitară cu înveliș aerodinamic complet atașat sistemului structural propus, integrat pe lățimea și lungimea întregii aripi.
- Deși patentul US7080805 B2 nu prezintă posibilitatea utilizării tehnologiilor de imprimare 3D ALM sau termoformare, estimăm că parțial aceste tehnologii ar putea fi utilizate în realizarea parțială a sistemului structural propus, însă un dezavantaj care apare constă în probabila dispunere a membrilor întăritori fără elemente transversale de legătura, ceea ce face ca integritatea structurală să fie semnificativ limitată, în special în solicitări de torsiune.

Un aranjament similar exemplului din patentul **US7080805 B2** este prezentat în **US7818945 B2** care extinde aplicabilitatea aceleiași idei unde un membru sinuos este dipus între două foi mărginitoare, fără a prezenta diferențe semnificative din perspectiva prezentei cererii de brevet.

Se cunoaște că realizarea unor aripi eficiente implică fabricația de structuri *cu spații interioare și înveliș exterior de profil aerodinamic atașat unei rețele structurale interne adecvată pentru solicitări mecanice*. Este de asemenea cunoscut că fabricația lucrativă a unor componente structurale necesită o bună corelare între forma geometrică a structurii dorite și metoda de fabricație aleasă, și ca urmare se caută găsirea acelor procese de fabricație cu limitări minime legate de tipul de structuri ce se doresc a fi realizate.

În aceste sens, progresul deosebit înregistrat în prelucrarea materialelor compozite, în special cele cu rezistență mecanică ridicată și densități relativ scăzute, permite ca o diversitate de mase plastice, polimeri și rășini sintetice să fie utilizate în industria aeronautică sub forma de materiale și structuri compozite. Producția de serie pentru obiecte de dimensiuni mari cuprinse între 2m și 20m, este realizabilă cu astfel de materiale compozite prin fuziune termică sau chimică și compactizare (curing). Sunt cunoscute o varietate de aplicații pentru fabricația structurilor de aripi utilizând această tehnologie.

- Prin prisma prezentei cererii de brevet **un prim dezavantaj** al acestei metode de producție este asociat cu costuri foarte ridicate și nevoia de a efectua și alte operații cum ar fi fabricația în prealabil a unor matrițe (molds) de mari dimensiuni, cu un finisaj exceptional, și respectiv tratarea termică în autoclave (cupatoare) de dimensiuni adecvate, capabile să mențină temperaturi și presiuni constante necesare pentru compactizarea (curing) structurii compozite.
- Un **dezavantaj major** asociat intenției de *realizare a unor structuri unitare cu spații interioare, cu înveliș exterior atașat unei rețele structurale interne* implică pluralitatea elementelor necesare pentru alcătuirea unei aripi și respectiv complexitatea operațiunii de pregătire a structurii în forma matriței (mold forming) în

faza preliminară tratării termice. Ca urmare, se caută găsirea unor structuri de aripi care să implice un număr redus de componente realizabile prin tehnologii similare dar care folosesc matrițe ieftine și simplu de fabricat.

În comparație, anumite procese de fabricație prin termoformare, în special vacuum forming și rotomolding, sunt preferate în producția de serie a obiectelor de dimensiuni cuprinse între 0.5m și 5m, la costuri inițiale comparativ reduse a matrițelor necesare. Fabricația prin termoformare pentru vacuum forming presupune doar încălzirea prealabilă a materialului pentru a atinge plastifierea, dar nu necesită faza de tratare termică în autoclave pentru compactizare (curing). Termoformarea prin rotomolding presupune doar plastifierea și dispunerea materialului în interiorul matriței, fără alte operațiuni de tratare termică. În ambele cazuri, operațiunea de pregătire a structurii în forma matriței (mold forming) nu este necesară. În general, procesele de termoformare pot utiliza materiale adecvate industriei aerospațiale (termosetting materials), **dar nu se cunosc exemple de structuri de aripi fabricate prin aceste metode.**

Ca urmare, considerând obiectul acestei invenții de a concepe **structuri unitare cu spații interioare, respectiv cu înveliș exterior solidar atașat unei rețele structurale interne** se caută posibilitatea realizării unor structuri de aripi cu geometrii adecvate pentru fabricația prin termoformare. Astfel, urmărind corelarea aspectelor de formă geometrică a structurii dorite cu specificul metodei de fabricație, *vacuum forming sau rotomolding*, prezenta invenție propune utilizarea acestei tehnologii ca soluție adecvată pentru realizarea unor aripi pentru UAV de dimensiuni mici și mari, cu anverguri între 1-2m și până la 8-10m.

Dintr-o altă perspectivă, se cunoaște că producția de serie a obiectelor de mici dimensiuni, cu un volum de material plastic mai mic de 2 până la 5 litri, este preferențial realizată prin injecție de mase plastice, și este asociată unor costuri finale reduse per obiect.

- Utilă pentru realizarea unor componente de aripi de mici dimensiuni, de până la 0.5-1m, această tehnologie prezintă **un prim dezavantaj** că implică costuri foarte ridicate în faza inițială de realizare a matrițelor.

- Un **alt dezavantaj** rezultă din complexitatea excepțională a matrițelor necesare pentru a realiza structuri *unitare cu spații interioare* care să prezinte un *înveliș exterior solidar atașat unei rețele interne*, la care se adaugă limitări geometrice considerabile impuse de acest gen de matrițe.

Comparativ, fabricația prin imprimare 3D ALM, respectiv additive layer manufacturing, permite depunerea materialului plastifiat în straturi succesive ce fuzionează unul cu altul. Sunt disponibile un mare număr de materiale cu proprietăți adecvate industriei aerospațiale, iar spre deosebire de injecția maselor plastice, imprimarea 3D ALM oferă numeroase avantaje imediate la realizarea de prototipuri și fabricație de serie mică. Multitudinea soluțiilor geometrice care pot fi realizate prin utilizarea acestor metode ALM de imprimare 3D în fabricația unor structuri de aripi moderne este obiectul unor cercetări intensificate în prezent, îndeosebi în industria aerospațială. Cu o considerație aparte și pentru avantajele modelării digitale 3D CAD, prezenta invenție caută utilizarea adecvată a acestei tehnologii ca soluție pentru aspectele structurale propuse.

De remarcat, chiar dacă procesele de imprimare 3D ALM permit realizarea cu ușurință de geometrii complexe, fabricația unor structuri *unitare cu spații interioare* care în particular să prezinte un *înveliș exterior solidar atașat unei rețele interne* este un obiectiv aparte, la o primă analiză asociat cu probleme legate de consumul de material și anumite defecte de structură. Este cunoscut că fiind doar în faza incipientă de afirmare industrială, producția de obiecte prin imprimare 3D ALM este asociată încă cu limitări de cost ori de timp de execuție, mai ales în cazul producției de serie mare. Se caută găsirea unor procese ce pot fi avantajos implementate la costuri modeste pentru imprimarea 3D ALM de structuri, fabricate în serii mici și incluzând obiecte cu dimensiuni de până la 0.6-1.2m.

- Astfel, un prim **dezavantaj cunoscut** care necesită rezolvare este legat de obligativitatea adăugării unor suporti interiori sau exteriori la fabricația formelor suspendate sau înclinate, respectiv implicațiile asociate cu consum suplimentar de material și o fază adițională de lucru pentru înlăturarea acestui material de suport. Pentru îmbunătățirea operațiunii de fabricație prin imprimarea 3D ALM, se caută astfel structuri cu geometrii care să elimine nevoia acestor suporti.

Spre exemplu, fabricația unei aripi cu structură clasică de înveliș aerodinamic și rețea reticulată de lonjeroane și nervuri întâmpină următoarele situații limitative: atunci când rețeaua reticulată este dispusă orizontal pe masa de imprimare învelișul aerodinamic corespunzător prezintă o boltire ce nu poate fi fabricată fără suporti interni adiționali; similar, atunci când rețeaua reticulată este dispusă vertical pe masa de imprimare, învelișul aerodinamic și nervurile pot fi tipărite deoarece sunt fuzionate succesiv pe verticală, dar lonjeroanele care acum au o dispunere orizontală pot fi tipărite numai cu ajutorul suportilor. În ambele cazuri, adăugarea respectivelor suporti umple rețeaua reticulată cu un volum considerabil de material, dificil de înlăturat.

Fabricația ALM este posibilă cu mai multe tehnologii distincte care rezolvă dispunerea stratificată a materialului fuzionabil, însă imprimarea 3D ALM este asociată cu **un alt dezavantaj**, legat de apariția unor defecte de structură datorate fuziunii stratificate a materialului. Dispunerea succesivă pe verticală a materialului fuzionabil formează prin răcire anumite liniații paralele cu masa de imprimare, care accentuează fragilitatea formelor cu pereți subțiri, și prin urmare afectează considerabil integritatea structurilor astfel formate.

Astfel, pentru realizarea de structuri *unitare cu spații interioare* care să prezinte un *înveliș exterior solidar atașat unei rețele interne* se impune găsirea unor soluții geometrice care să valideze posibilitatea fabricației unor structuri care să compenseze dezavantajul fuziunii stratificate.

În acest context, soluția preferată pentru realizarea structurilor de aripi ultraușoare prezentate în această cerere de brevet urmărește conceperea unor aranjamente geometrice implicit adecvate pentru **fabricația** acestor aripi cu un *înveliș aerodinamic solidar atașat la rețeaua structurală internă*, pentru a forma o *structură unitară cu spații interioare și geometrie* care să **asigure integritatea structurală a aripii**, favorizând utilizarea proceselor de fabricație prin imprimare 3D ALM pentru fabricația inițială de prototipuri și machete în serie mică și la dimensiuni reduse, și respectiv interschimbabil fabricația prin termoformare cu vacuum forming și rotomolding pentru fabricația de drone și aeromodele cu dimensiuni mai mari și în serie crescută.

Problema Tehnică pe care o rezolvă invenția constă în *particularizarea pentru fabricație prin imprimare 3D ALM și substituibil prin termoformare* a unor structuri de aripi ultraușoare – cu număr redus de componente, ușor de asamblat într-o manieră simplă și rapidă, concepute cu detalii geometrice adecvate pentru modelare și fuziune termică, realizabile fără rețea de nervuri transversale fixate ortogonal pe lonjeroane longitudinale și ulterior acoperite de plăci dispuse pe suprafața aerodinamică a aripii – și implicit *fabricația* acestor aripi cu un *înveliș aerodinamic solidar atașat la rețeaua structurală internă*, pentru a forma o *structură unitară cu spații interioare și geometrie* care să **asigure integritatea structurală a aripii**.

În acest sens, Problema Tehnică presupune găsirea unei soluții prin care:

- aceeași structură geometrică – concepută cu detalii adecvate pentru modelare și fuziune termică – să poate fi fabricată fie prin *imprimare 3D ALM* fie prin *termoformare* (vacuum forming sau rotomolding) și să permită *substituibil* schimbarea procesului de fabricație între *imprimare 3D ALM* și *termoformare* după dorință.
- pluralitatea de componente specifică unei aripi clasice – cu **structură liniară** de nervuri transversale sau cadre montate pe **structura longitudinală** liniară de lonjeroane și lise – să fie înlocuită printr-o structură nouă, cu *număr redus de componente*
- procesele complexe de asamblare – la care în mod clasic rețeaua de nervuri transversale ortogonal fixate pe lonjeroane este acoperită cu numeroase panouri ce formează **învelișul aerodinamic** exterior – să fie eliminate, introducând structuri de aripi alcătuite din componente ușor de fabricat și *ușor de asamblat* într-o manieră *simplă și rapidă*
- să se fabrice o *structură completă unitară cu spații interioare și înveliș aerodinamic solidar atașat rețelei structurale interne*, realizabilă substituibil fie prin imprimare 3D ALM fie prin termoformare (vacuum forming, rotomolding) folosind materiale termoformabile și fuzionabile
- geometria structurii propuse să satisfacă atât considerentele de *fabricație și asamblare* cât și cele de rezistență mecanică specifice aripilor construite, conferind **integritate structurală**.

Soluția Inovativă constă în realizarea unor structuri de aripi cu înveliș gros (IG) și elemente sinusoidale (ES) echidistant intersectate între ele, formând o rețea monostructurală de arce întrepătrunse într-o latică de structură (LS) cu funcțiune dublă de lonjeroane și nervuri transversale, la care elementele sinusoidale (ES) sunt integrate în lungul aripii astfel încat înălțimea (hES) variabilă a fiecărui element este cuprinsă între partea de sus și de jos a învelișului gros (IG) ce delimitează suprafețele de extrados (eX) și intrados (iN) tipice unei aripi, iar elementele sinusoidale (ES) se întrepătrund cu învelișul gros (IG) și sunt solidar conectate cu acesta, și prin fuziunea învelișului exterior cu elemente structurale sinusoidale interioare, formează o structură compactă unitară.

În detaliu, **pentru fiecare caz de realizare practică**, soluția propune fabricația de **monostructuri realizate cu înveliș gros (IG) continuu și elemente sinusoidale (ES) echidistant intersectate între ele** ce sunt integrate în lungul aripii sub forma unei rețele monostructurale, astfel încât înălțimea (hES) variabilă a fiecărui element sinusoidal (ES) este cuprinsă între extradosul (eX) și intradosul (iN) aripii. (Fig. 1 a, b)

Elementele sinusoidale (ES) se întrepătrund cu învelișul gros (IG) și sunt solidar conectate cu acesta, iar învelișul gros (IG) este un volum continuu de material dispus la exterior și modelat adecvat cu forma aerodinamică a aripii, având grosimea (g) și zonele de extrados (eX), bord de atac (bA), intrados (iN) și bord de fugă (bF) tipice unui profil aerodinamic. (Fig. 2 a, b, c) Învelișul gros (IG) prezintă liniații de fuziune dispuse transversal pe aripa, care ajută la menținerea formei aerodinamice exterioare.

La interior, elementele sinusoidale (ES) formează o rețea de arce intersectate, întrepătrunse și conectate într-o latică de structură (LS) cu dublă funcțiune de lonjeroane și nervuri transversale, ce fuzionează cu zonele de extrados (eX) și intrados (iN) și respectiv cu zonele mai îngroșate la bordul de atac (bA) și bordul de fugă (bF) ale învelișului gros (IG). (Fig. 2 a, b, c) Fuziunea învelișului exterior cu elementele structurale sinusoidale (ES) interioare formează o monostructură compactă unitară care compensează deficiențele fuziunii stratificate.

Geometria tipică a unui element sinusoidal (ES) are forma unui corp alungit și sinuos ondulat (Fig. 2.1 a) dispus corespunzător lungimii (L_a) întregii aripi, de secțiune dreptunghiulară (s) sau profil structural tip "H, H, 8, V, W, Y" cu grosime (g_{ES}) constantă sau, după caz, progresiv diminuată către capătul aripii.

Forma sinuos ondulată fiind cuprinsă între partea de sus și de jos a învelișului gros (IG) determină faptul că fiecare element sinusoidal (ES) are o înălțime (h_{ES}) care variază funcție de distanța dintre partea de extrados (eX) și intrados (iN) la punctul de contact cu respectivul element sinusoidal (ES).

În ansamblu, geometria lăței de structură (LS) rezultă din combinarea și intersectarea mai multor elemente sinusoidale (ES), fiind formată din cel puțin două elemente ($ES1$) ($ES2$) dispuse în interiorul și alungul aripii într-o așezare cvasi-paralelă, intersectate de cel puțin un al treilea element ($ES3$) dispus inversat pentru a crea intersectarea reciprocă cu elementele ($ES1$) ($ES2$) menționate. (Fig. 2.1 a, b, c)

În oricare din variantele de realizare ale structurii propuse în prezenta invenție, aripa este adecvat configurată pentru fabricație fie prin **imprimare 3D ALM** fie prin tehnologii de **termoformare de tip vacuum forming și rotomolding**. În acest sens:

- sinuozitatea fiecărui element (ES) satisface geometria permisă fabricației în oricare dintre metode, asigurând stabilitatea formei elementelor (ES) și a structurii complete atât în timpul fabricației cât și ulterior (Fig. 2.1 a,b)
- aranjamentul structural intern prezintă spații interioare și o intersectare repetată și echidistantă de elemente sinusoidale (ES), concepute să formeze unghiuri ascuțite între acestea, astfel încât imprimarea 3D ALM să fie făcută fără elemente auxiliare de suport (Fig. 2.1 c)
- monostructura prezintă continuitate la contactul dintre învelișul gros (IG) și elementele sinusoidale (ES) și are o formă geometrică potrivită pentru termoformarea fără defecte de întindere prin vacuum forming (Fig. 4.b), respectiv adecvată curgerii plastice în matrița de rotomolding (Fig. 5)

- componentele aripii includ volume cu geometrii realizabile prin oricare din metodele de fabricație, fie direct prin imprimare 3D ALM fie prin vacuum forming sau rotomolding, și astfel fabricatia fiecărui component monostructural este integral substituibilă cu procese de **imprimare 3D** sau **termoformare**, după caz. (Fig. 1 b,c), (Fig. 3) și (Fig. 4.1)

Disponerea elementelor sinusoidale (ES) consolidează structura aripii atât longitudinal cât și transversal, îndeplinind funcțiunea dublă de lonjeroane și nervuri transversale, și astfel pluralitatea de componente – nervuri sau cadre, lonjeroane și lise din rețeaua ortogonală clasică – este înlocuită cu un **număr redus de componente monostructurale** realizate:

- fie ca o monostructură imprimabilă 3D a întregii aripi (Fig. 1. b, c)
- fie ca patru foi fuzionate în forma a două cochilii de extrados (CeX) și intrados (CiN) fabricate prin vacuum forming (Fig. 4. c), fiecare cochilie alcătuind o monostructură complementară una alteia, care apoi prin simpla asamblare formează aripa în întregime
- fie sub forma a două cochilii de extrados (CeX) și intrados (CiN) obținute prin rotomolding unde fiecare cochilie poate fi realizată ca monostructură (Fig. 5.) ori din segmente de aripă, având fiecare segment de aripă fabricat ca monostructură, iar aripa întreagă se obține prin asamblare finală. (Fig. 5.1)

În referință cu toate exemplele de realizare practică a prezentei soluții, din perspectiva fabricației, remarcăm următoarele avantaje:

Fabricația prin imprimare 3D ALM asigură costuri relativ scăzute pentru realizarea de aripi mici, prototipuri și producția în serie mică de aeromodele și drone UAV.

Suplimentar, forma și dispunerea elementelor sinusoidale (ES) în relație cu forma învelișului gros (IG) asigură fabricația 3D ALM concomitentă a structurii complete, și astfel:

- elimină faza de pre-asamblare a rețelei structurale interne și respectiv faza de asamblare și fixare a învelișului aerodinamic al aripii pe rețeaua structurală internă. Implicit, această metodă de fabricație elimină nevoia de a fabrica elemente individuale
- produce în mod direct fuzionarea dintre învelișul și structura aripii, iar ansamblul astfel fuzionat își menține structura și nu necesită umplerea golurilor cu material adițional, și astfel exclude problema îndepărtării de material adițional după procesul de imprimare, și respectiv rezolvă implicațiile de modelare 3D asociate.
- imprimarea 3D fără material adițional de suport, reduce consumul de material și implicit costul și durata fabricației. Opțional, structura propusă permite la nevoie adăugarea unor volume de suport plasate în exteriorul structurii, potrivit cu aparatura și metoda de imprimare 3D utilizată.

Utilizând o pluralitate de materiale adecvate pentru industria aeronautică, soluția prezintă monostructuri ce pot fi fabricate prin procesele de fabricație de termoformare, în special vacuum forming și rotomolding, și astfel permite producția de serie mică și medie a unor aripi pentru UAV de dimensiuni relativ mari, la costuri comparativ reduse. Similar, pentru aripi de dimensiuni mici, producția în serie mai mare este realizabilă la costuri avantajoase.

Interschimbabilitatea fabricației între procesele de termoformare și imprimare 3D ALM, asigurată prin detaliile de formă, permite realizarea acestor aripi fie ca monostructuri fuzionate 3D, fie din părți modulare monostructurale ușor și rapid de asamblat. Posibilitatea de fabricație prin tehnologii de imprimare 3D ALM într-o manieră care să fie cu ușurință și integral substituită cu procese de fabricație prin termoformare conferă acestei soluții avantajul adaptabilității la procese noi de fabricație și tehnologii emergente. În acest sens enunțăm și posibilitatea fabricației unora din componente utilizând tehnologii de termoformare prin presare a diferitelor spume sintetice (closed cell foam).

Scalabilitatea structurilor în faza de proiectare și modelare digitală 3D este ușor transmisibilă procesului de fabricație, și permite astfel realizarea fără costuri suplimentare a unei pluralități de aripi cu exact aceeași structură dar de dimensiuni variate, adecvat modelului de aeromodel sau dronă UAV.

În relație cu exemplele de realizare practică ce vor fi prezentate, se indică în continuare detaliile următoarelor figuri care reprezintă:

Fig. 1. a – profil aerodinamic cu înveliș gros (IG) și elemente sinusoidale (ES) în secțiune transversală

Fig. 1. b – decupaj trapezoidal pe extradusul (eX) aripii cu înveliș gros (IG) și elemente sinusoidale (ES)

Fig. 1. c – decupaj trapezoidal pe extradusul (eX) aripii cu înveliș gros (IG) și elemente sinusoidale (ES)

Detaliu A – întrepătrundere între înveliș gros (IG) și elemente sinusoidale, la extradusul (eX)

Detaliu E – întrepătrundere între înveliș gros (IG) și elemente sinusoidale, la bord de fugă (bF)

Fig. 2. a – profil aerodinamic cu înveliș gros (IG), vedere transversală

Fig. 2. b – profil aerodinamic al aripii cu înveliș gros (IG), vedere rotită stânga-sus

Fig. 2. c – aripă cu elemente sinusoidale (ES), vedere rotită dreapta-sus

Fig. 2.1 a – aranjament de patru elemente sinusoidale (ES), vedere rotită stânga-sus

Fig. 2.1 b – aripa cu elemente sinusoidale (ES) de înălțimi variabile (hES1, hES2, hES3), vedere rotită stânga-sus

Fig. 2.1 c – latice de structură (LS) din elemente sinusoidale (ES), vedere rotită dreapta-sus

Fig. 2.2 a – Detaliu B: nervuri (nV) în decupaj (d) poligonal în înveliș gros (IG)

Fig. 2.2 b – aripa cu decupaje (d) poligonale în înveliș gros (IG), vedere rotită stânga-sus

Fig. 2.2 c – aripa cu decupaje (d) poligonale în înveliș gros (IG), vedere rotită dreapta-sus

Fig. 2.2 d – Detaliu C: învelișul gros (IG) realizat ca o plasă de material, cu goluri în ochiuri (o) de rețea

Fig. 2.2 e – aripa cu înveliș gros (IG) ca o plasă de material, și înveliș subțire (IS), vedere rotită stânga-sus

Fig. 2.2 f – aripa cu înveliș gros (IG) ca o plasă de material, și înveliș subțire (IS), vedere rotită dreapta-sus

Fig. 3. – ansamblul unitar fuzionat (Auf) cu latice de structură (LS) și înveliș gros (IG), vedere de sus

Fig. 3. a – aripa cu decupaje (d) elipsoidale în înveliș gros (IG), și înveliș subțire (IS), vedere de sus

Detaliu D – decupaje (d) elipsoidale cu nervuri (nV) variate în înveliș gros (IG)

Detaliu F – înveliș gros (IG) cu nervuri (nV) variate și ochiuri (o) de rețea

Fig. 3.1. a – segmente de aripă (sAf) montate cap la cap, pe tija longitudinală (tjL), vedere de sus

Fig. 3.1. b – segmente de aripă (sAf) asamblate cap la cap, cu geometrii de îmbinare (gM), vedere de sus

Fig. 3.1. c – segmente de aripă (sAf) cu geometrii de îmbinare (gM), pe tija longitudinală (tjL), vedere generală

Fig. 4. a – ansamblu unitar combinat (AuC), vedere integrală de sus

Fig. 4. b – ansamblu unitar combinat (AuC) compus din patru foi de material (f1e) (f2i) (f3i) (f4e) modelate cu geometrie complexă, vedere în așezare succesivă

Fig. 4. c – cochile de extrados (CeX), cochile de intrados (CiN), pe tija longitudinală (tjL), cu secționări prin patru foi de material (f1e) (f2i) (f3i) (f4e), vedere generală

- Fig. 4. 1. – ansamblu unitar combinat (AuC), cu laticia de structură (LS) obținută prin asamblarea celor două cochilii de extrados (CeX) și intrados (CiN), vedere integrală de sus
- Fig. 4. 2. – aripa din tronsoane (tA) îmbinate cap la cap, pe tija longitudinală (tjL), vedere generală
- Fig. 5. – aripa cu nervuri (nVs) sinuoase integrate la interiorul cochiliilor de extrados (CeX) și intrados (CiN), vedere desfășurată
- Fig. 5.1. – ansamblu unitar solidizat (AuS) de lungimea aripii (La), cu nervuri (nVs) sinuoase la interiorul cochiliilor de extrados (CeX) și intrados (CiN), în părți modulare, vedere desfășurată

Astfel, **într-un prim exemplu de realizare practică**, (Fig. 1. a,b,c) (Fig. 2. a,b,c) (Fig. 2.1. a,b,c), în care monostructura aripii este în întregime fabricată prin imprimare 3D, laticia de structură (LS) este generată simultan cu toate detaliile anterior menționate, incluzând geometria tuturor elementelor sinusoidale (ES) cuprinse și a învelișului gros (IG) în starea lor gata fuzionată, fără a necesita asamblare.

În acest caz, realizarea prin imprimare 3D începe de la partea de încastrare a aripii cu fuselajul și progresează spre vârful aripii. Planul transversal este orientat orizontal pe platforma de imprimare, iar verticala coincide cu alungirea aripii. Se ilustrează prin hașură (Fig 1. a) suprafața învelișului gros (IG) și respectiv prin arii punctate suprafața elementelor sinusoidale (ES) cuprinse între conturul învelișului gros (IG) în starea lor gata fuzionată cu acesta. Fabricația ALM prin imprimare 3D se desfășoară în plan vertical, adăugând strat peste strat (additive layer) material ce fuzionează alungul aripii de la baza platformei de imprimare către vârful aripii. Fluxul de material fuzionabil este dispus strat peste strat urmărind conturul învelișului gros (IG) și respectiv grosimea (g) a acestuia, și fără întrerupere se continuă cu detaliile elementelor sinusoidale (ES) conform cu proiecția acestor volume pe suprafața stratului de imprimare.

Geometria și volumul elementelor sinusoidale (ES) sunt concepute în așa fel încât structura se autosusține pe verticală în timpul imprimării 3D. Fiecare strat fuzionabil este dispus în plan orizontal fără întrerupere, având învelișul gros (IG) format ca perete exterior pe fiecare strat de imprimare, iar elementele sinusoidale (ES) la interior formează puntea de legătură dintre punctele peretelui exterior.

Pentru claritate, forma învelișului gros (IG) prezentată izolat în (Fig. 2. a, b) include toate aspectele specifice unei aripi, iar imprimarea 3D produce un volum continuu de material dispus la exterior, respectiv modelat adecvat cu forma aerodinamică a aripii, având grosimea (g) și zonele de extrados (eX), bord de atac (bA), intrados (iN) și bord de fugă (bF) specifice profilului aerodinamic dorit. Fuzionat acestuia și dispusă la interior, laticia de structură (LS) este indicată în (Fig. 2 c) și (Fig. 2.1 b,c).

În acest caz de realizare practică, *structurile de aripi și implicit învelișul gros (IG) și elementele sinusoidale (ES) sunt realizate cu forme neîntrerupte*. Astfel, la fabricație, în plan vertical, format în succesiune de strate, învelișul gros (IG) este dispus mereu peste propriul contur cu o variație minimă ce nu afectează fuziunea. În același timp, proiecția fiecărui element sinusoidal (ES) este ușor translatată, urmând sinuozitatea elementului (ES), fără a crea însă probleme de fuziune. Sinuozitatea conferă suportul necesar fiecărui strat adițional, abaterea fiind la înclinații mai mici de 45 de grade, ceea ce permite dispunerea stratelor fuzionabile fără material adițional de suport.

Pentru o înțelegere și mai detaliată a formei, decupajul trapezoidal în zona de extrados (eX) a învelișului gros (IG) ilustrat în (Fig. 1.b,c) indică aranjamentul a 6 elemente sinusoidale (ES) fuzionate și cuprinse integral sau parțial între bordul de atac (bA) și bordul de fugă (bF) al învelișului gros (IG), unde 3 elemente sinusoidale (ES) în așezare cvasi-paralelă sunt dispuse într-un sens, iar celelalte 3 elemente sinusoidale (ES) au o dispunere inversată. Fuziunea elementelor sinusoidale (ES) este realizată în toate zonele de intersectare ale acestora, și respectiv în zona de întrepătrundere cu învelișul gros (IG) – indicată în Detaliul A. Imprimarea 3D rezolvă concomitent fuziunea elementelor sinusoidale (ES) la contactul cu zona îngroșată a învelișului gros (IG) la bordul de atac (bA) și la bordul de fugă (bF) – ilustrat în Detaliul E.

Corespunzător, laticea de structură (LS) ilustrată în întregime în (Fig. 2c) (Fig. 2.1 b) și prezentată izolat în (Fig. 2.1 c) conține un aranjament de 6 elemente sinusoidale (ES) fuzionate. Interrelația acestora cu marginea aripii la bordul de atac (bA) și la bordul de fugă (bF), respectiv la capătul mai subțire al aripii determină segmentarea unor elemente (ES) sub formă de arce integrate în structura de ansamblu. Elementele sinusoidale (ES1) (ES2) prezentate în (Fig. 2.1 a) sunt cvasi-paralele între ele și respectiv cu un alt treilea element (ES) hașurat. Elementul (ES3) de asemenea hașurat indică așezarea inversată a acestuia în relație cu cele trei elemente (ES1) (ES2) (ES) menționate. Celelalte două elemente dispuse în așezare inversă sunt omise din figură pentru claritate.

Consecvent, în (Fig. 2.1b) este ilustrat aranjamentul complet a 6 elemente sinusoidale (ES) fuzionate, indicând elementul (ES1) cu înălțimea hașurată (hES1) ca fiind segmentat datorită situării acestuia către marginea bordului de atac (bA). Elementele (ES2) cu înălțimea hașurată (hES2) și (ES3) cu înălțimea hașurată (hES3) dispuse în așezare inversă unul față de altul, mențin continuitatea sinuoasă pe toată lungimea (La) aripii, dar prezintă înălțimi (hES1) (hES2) variabile.

Într-un al doilea exemplu de realizare practică, indicat în (Fig. 2.2 a,b,c, d,e,f) continuitatea învelișului gros (IG) este întreruptă într-o manieră adecvată pentru imprimarea 3D ALM. Astfel, într-un prim caz cu formă întreruptă, învelișul gros (IG) este *prevăzut cu decupaje (d) elipsoidale, circulare sau poligonale pentru reducerea greutateii aripii, iar golurile rezultate sunt modelate cu nervuri (nV) variate dispuse în aranjamente geometrice în completarea formei inițiale, unde decupajele (d) afectează parțial sau complet grosimea (g) învelișului, iar nervurile (nV) variate se întrepătrund la contact cu elementele sinusoidale (ES) (Fig. 2.2 a, b, c).*

Asemănător, într-un al doilea caz cu formă întreruptă, *învelișul gros (IG) este în întregime realizat ca o plasă de material cu grosime (g) având goluri în ochiuri (o) de rețea dispuse în aranjamente repetitive, (Fig. 2.2 d, e, f) și unde aceste structuri cu ochiuri (o) sau decupaje (d) sunt fabricate cu un înveliș (iS) subțire adițional, dispus la exterior și fuzionat cu învelișul gros (IG), ori sunt acoperite cu un film (fS) subțire de material,*

dispus conform cu suprafața aerodinamică a aripii, lipit și mulat direct peste nervurile (nV) variate și părțile învelișului gros (IG). (Fig. 2.2 d,e, f)

Fabricația directă prin imprimare 3D include generarea acestui înveliș (iS) subțire adițional, dispus la exterior și fuzionat cu învelișul gros (IG), și opțional permite ca aceste structuri să fie acoperite cu un film (fS) subțire de material, dispus conform cu suprafața aerodinamică a aripii, lipit și mulat direct peste nervurile (nV) variate și părțile învelișului gros (IG) caz în care fie o fuziune termică sau una chimică este necesară pentru a finaliza forma aripii.

La o analiză în detaliu, atât primul cât și al doilea exemplu de realizare practică evidențiază posibilitatea interschimbabilă de fabricație. Astfel:

Structurile de aripi cu înveliș gros (IG) și elemente sinusoidale (ES) fabricate prin tehnologii de imprimare 3D sau fuziune de mase plastice și materiale compozite caracterizate prin aceea că laticia de structură (LS) și învelișul gros (IG) sunt realizate sub forma unui ansamblu (Auf) unitar fuzionat cu forme neîntrerupte astfel încât toate părțile sunt contopite, respectiv învelișul gros (IG) și elementele sinusoidale (ES) sunt fuzionate în toate zonele de contact reciproc. Ansamblul (Auf) unitar fuzionat astfel realizat cuprinde lungimea întregii aripi (Fig. 3), iar după caz, este prevăzut cu decupaje (d), nervuri (nV) variate, respectiv ochiuri (o) și înveliș subțire (iS) adițional. (Fig. 3 a)

Ansamblul structurii fiind consolidat ca o rețea monostructurală unitară de arce întrepătrunse și conectate, concomitent fuzionate solidar cu învelișul gros (IG), elimină necesitatea unor componente separate care să formeze suprafața aerodinamică exterioară, deoarece structurile astfel propuse prezintă la exterior o suprafață aerodinamică conferită de învelișul gros (IG) ce se continuă neîntrerupt spre interior, fuzionat cu structura solidizată dată de totalitatea elementelor sinusoidale (ES). (Fig. 1. c) (Fig. 3)

Substituibil, printr-o pregătire adecvată a matrițelor, structurile de aripi cu înveliș gros (IG) și elemente sinusoidale (ES) prevăzute cu decupaje sau având goluri în ochiuri (o) de rețea pot fi realizate prin termoformare și respectiv rotomolding. În acest caz, fabricația unei porțiuni a învelișului (IG) este realizată fuzionat cu laticia de structură (LS), corespunzător unei prime matrițe, iar a doua porțiune este fabricată separat, utilizând o altă matriță, complementară.

Ulterior, cele două volume montate corespunzător necesită un proces suplimentar de termosudare care asigură fuziunea dintre elementele sinusoidale (ES) și învelișul gros (IG) la zona de contact. Îmbinarea chimică sau mecanică la contact este de asemenea posibilă.

Este astfel evident că geometria lăței de structură (LS) cuprinsă între părțile de sus și de jos a învelișului gros (IG) permite fabricația aripii direct ca o monostructură imprimată 3D care nu necesită alte operațiuni de asamblare.

După cum urmează a fi ilustrat într-o variantă de realizare prezentată în continuare, aripa propusă poate fi asamblată din câteva segmente de aripă extrem de simplu de îmbinat între ele (Fig. 3.1 a,b), iar într-o altă variantă de realizare aripa propusă poate fi similar construită din puține părți termoformate și fuzionate ce formează două cochilii complementare care se îmbină cu simplitate și ușurință, necesitând un număr redus de operațiuni de asamblare pentru finalizarea aripii.

Al treilea exemplu de realizare practică prezintă structuri de aripi cu înveliș gros (IG) și elemente sinusoidale (ES) *asamblate din segmente de aripă*, la care *fiecare segment de aripă (sAf) unitar fuzionat include porțiuni de înveliș gros (IG) și lățe de structură (LS) fuzionate între ele, și prezintă la capete geometrii (gM) de îmbinare și montaj complementare. Mai multe astfel de segmente de aripă (sAf) sunt asamblate și montate între ele cap la cap, fiind străpunse de cel puțin o tijă (tjL) longitudinală care le unește și le străbate prin găurile (gZ) din zonele (zG) îngroșate ale segmentelor de aripă (sAf), respectiv fiind fixate cu piese (pi) adecvate pentru îmbinarea ansamblului întregii aripi. (Fig. 3.1 a,b,c)*

Componentele aripii sunt alcătuite din volume cu geometrii realizabile direct prin tehnologii de imprimare 3D ALM accesibile iar fabricația fiecărui component este integral substituibilă cu procese de termoformare cunoscute de tip vacuum forming și rotomolding, ceea ce permite interschimbabil fabricația aripii fie prin imprimare 3D ALM fie prin termoformare, după caz. (Fig. 3) și (Fig. 4. a,b).

Asamblarea este realizată cu ușurință și simplitate prin dispunerea cap la cap a segmentelor de aripă (sAf) și fixarea pe una sau mai multe tije (tjL) longitudinale.

Aripile pot fi concepute cu asamblare permanentă prin fabricație, ori pot fi configurate ca aripi modulare demontabile, pentru asamblare la utilizator.

Al patrulea exemplu de realizare practică prezintă *structuri de aripi cu înveliș gros (IG) și elemente sinusoidale (ES) realizate prin tehnologii de termoformare din mase plastice și materiale compozite la care întregul corp aerodinamic al aripii este un ansamblu (AuC) unitar combinat (Fig. 4. a,b) compus din cel puțin patru foi de material (f1e) (f2i) (f3i) (f4e) modelate cu o geometrie complexă astfel încât zonele de bord de atac (bA), extrados (eX) și bord de fugă (bF) sunt cuprinse într-o primă foaie (f1e) exterioară curbată pe extrados, la care este fuzionată sau lipită o a doua foaie (f2i) interioară modelată cu un relief ce corespunde elementelor sinusoidale (ESx) formând astfel o cochile (CeX) de extrados.*

Zonele de bord de atac (bA), intrados (iN) și bord de fugă (bF) sunt cuprinse într-o a treia foaie (f3i) interioară modelată cu un relief ce corespunde elementelor sinusoidale (ESn) la care este fuzionată sau lipită o a patra foaie (f4e) exterioară curbată pe intrados, formând în acest fel o cochile (CiN) de intrados, unde cele două cochilii sunt complementare una alteia și permit îmbinarea într-o manieră prin care să reconstituie întregul corp aerodinamic al aripii, fiind străpunse de cel puțin o tijă (tjL) longitudinală care le unește și le străbate prin găurile (gZ) prevăzute pentru îmbinare. (Fig. 4. c)

Specific acestui exemplu de realizare practică este configurarea inițială pentru termoformare, caz în care prelucrarea fiecărei foi de material necesită o matriță aparte, însă simplu de confecționat după standarde industriale, având ca punct de pornire modelarea digitală a fiecărei foi. Fuziunea fiecărei cochilii (CeX) de extrados și (CiN) de intrados necesită o fază suplimentară de fabricație, ulterior urmată de asamblarea mecanică finală cu ajutorul uneia sau mai multor tije (tjL) longitudinale.

În detaliu, *laticea de structură (LS) este obținută prin modelarea și cuplarea celor două foi interioare complementare (f2i)(f3i) cu câte un relief ce reprezintă intersectarea a cel puțin trei elemente sinusoidale (ESx) și corespondentele complementare (ESn), dispuse în lungul aripii într-o așezare conformă descrierii anterioare (Fig. 2.1 a, b, c) și care vin în contact prin asamblarea celor două cochilii de extrados (CeX) și intrados (CiN). Astfel*

toate părțile sunt împreunate sub forma unui ansamblu (AuC) unitar combinat, care formează învelișul gros (IG) la exterior prin unirea a două foi de material (f1e)(f4e) și respectiv formează laticia de structură (LS) la interior, rezultată prin îmbinarea celor două foi complementare (f2i)(f3i) în zonele de contact reciproc, iar ansamblul (AuC) unitar combinat reprezintă lungimea (La) întregii aripi. (Fig. 4.1.)

Această fabricație cu avantaje deosebite în producția de serie mare și mijlocie este ușor interschimbabilă cu fabricația prin imprimare 3D ALM caz în care fiecare cochilie este fabricată ca un tot unitar și ulterior cochiliile sunt asamblate în structura finală, ori, structura completă este fabricată (Fig. 4.a) având toate cele patru foi fuzionate ca un întreg, aripa fiind opțional întărită prin introducerea de tije (tjL) longitudinale.

Aceleași structuri de aripi cu înveliș gros (IG) și elemente sinusoidale (ES) fabricate din foi de material modelate cu o geometrie complexă, anterior descrise, pot fi realizate cu nervuri (nV) variate și decupaje (d) elipsoidale, circulare sau poligonale pentru diminuarea greutății și fără a compromite integritatea geometriei cochiliilor, și după caz, cochiliile de extrados (CeX) și intrados (CiN) sunt segmentate în tronsoane (tA) parțiale de aripă, iar aripa completă include mai multe astfel de tronsoane (tA) îmbinate între ele cap la cap, și respectiv așezate unele în altele, fiind străpunse de cel puțin o tijă (tjL) longitudinală care le unește și le străbate prin găurile (gZ), și sunt prevăzute cu piese (pi) adecvate pentru îmbinare. (Fig. 4.2.)

Al cincilea exemplu de realizare practică prezintă structuri de aripi cu înveliș gros (IG) și elemente sinusoidale (ES) fabricate din foi, profile, tubulatură sau placi de materiale composite, plastice sau metalice, adecvate prelucrării prin tehnologii de termo-formare și turnare în matrițe, sau după caz prin debitare CNC, îndoire, asamblare prin lipire, sudură, fuziune, ori nituri sau șuruburi. Specific, elementele sinusoidale (ES) sunt fabricate sub forma unor nervuri (nVs) sinuoase integrate la interiorul cochiliilor de extrados (CeX) și intrados (CiN) și cuprinse între foile (feX) de extrados și foile (fiN) de intrados ale respectivelor cochilii (CeX)(CiN), unde aceste nervuri (nVs) de întărire a structurii sunt complementar dispuse astfel încât cele două cochilii se cuprind cu precizie una într-alta. (Fig. 5.)

În acest caz, *prin asamblare, nervurile (nVs) cochiliilor de extrados (CeX) și intrados (CiN) vin în contact și sunt fixate unele în altele, formând astfel la interiorul aripii o latice de structură (LSs) solidizată și întărită cu componente (ci) de îmbinare, și respectiv formând la exterior un înveliș gros (IG) obținut prin însumarea foilor (feX) de extrados cu foile (fiN) de intrados, iar toate părțile sunt împreunate sub forma unui ansamblu (AuS) unitar solidizat de lungimea (La) aripii. (Fig. 5.1)*

Interschimbabilitatea fabricației între procesele de termoformare și imprimarea 3D ALM, asigurată prin detaliile de formă, permite realizarea acestor structuri din părți modulare sugerate în (Fig. 5.1) care sunt direct obținute prin imprimare 3D ALM și apoi asamblate cu ușurință împreună, într-o structură solidizată și întărită cu componente (ci) de îmbinare. Opțiunea adăugării unor tije (tjL) longitudinale este inclusă în acest caz.

Cazurile de realizare practică descrise în contextul substituibil al fabricației, evidențiază că oricare din elementele aripii pot fi realizate la alegere, fie prin imprimare 3D ALM, fie prin vacuum formig ori rotomolding. Suplimentar, aripile pot fi obținute și prin asamblarea mixtă de elemente realizate prin tehnologii diferite:

- astfel, în cazul celui de-al doilea exemplu de realizare practică (Fig. 3.a), aripa cu decupaje (d) elipsoidale în înveliș gros (IG) este realizabilă prin imprimare 3D ALM și poate fi cuprinsă într-un înveliș subțire (IS) realizat prin vacuum forming. Fuziunea termică sau chimică este necesară pentru a uni permanent cele două părți.
- similar, aripa cu învelișul gros (IG) realizat ca o plasă de material, cu goluri în ochiuri (o) de rețea poate fi fabricată prin imprimare 3D ALM, în timp ce învelișul subțire (IS) poate fi obținut fie prin rotomolding fie prin vacuum forming, și ulterior fuzionat termic sau chimic peste structura aripii.
- un alt aranjament realizabil prin asamblarea mixtă, pornind de la cel de-al patrulea exemplu de realizare practică (Fig. 4.b), cochilia (CeX) de extrados este termoformată fuzionând cele două foi (f1e) și (f2i) iar cochilia (CiN) de intrados este obținută prin rotomolding, sau corespondent prin imprimare 3D ALM

- similar, pornind de la același al patrulea exemplu de realizare practică (Fig. 4.b), cochilia (CeX) de extradados este obținută prin rotomolding, sau corespondent prin imprimare 3D ALM în timp ce cochilia (CiN) de intrados este termoformată fuzionând cele două foi (f3i) și (f4e)
- ilustrând cel de-al cincilea exemplu de realizare practică (Fig. 5) și (fig. 5.1), cochilia de intrados (CiN) și nervurile (nVs) sinuoase integrate la interiorul acesteia sunt fabricate prin rotomolding, în timp ce cochilia de extradados (CeX) incluzând o foaie (feX) de extradados fuzionată la o foaie interioară cu nervuri (nVs) sinuoase integrate la interiorul acesteia este realizată prin vacuum forming.
- similar, oricare dintre respectivele cochilii (CeX) sau (CiN), incluzând aceste nervuri (nVs) de întărire a structurii este realizabilă prin imprimare 3D ALM, în timp ce cochila complementară este obținută prin rotomolding.

În referință cu toate exemplele de realizare practică prezentate anterior, facem remarcă următoarelor concluzii:

Posibilitatea ca diferite elemente ale aripii să fie fabricate la alegere cu una dintre tehnologiile enumerate – ori imprimare 3D ALM, ori vacuum formig ori rotomolding – induce ca avantaj aparte asamblarea mixtă de elemente realizate prin tehnologii diferite. Astfel se poate combina o structură rigidă din material dens fabricată prin rotomolding cu o structură corespondentă ușoară termoformată sau imprimată 3D ALM din materiale ușoare și posibil mai puțin rezistente, dar în ansamblu integritatea structurală a aripii fiind satisfăcută.

Similar, corespunzător oricărui caz de realizare practică, procesele de fabricație prezentate oferă posibilitatea alegerii unei mari varietăți de materiale, cu caracteristici mecanice distincte și proprietăți estetice variate, ceea ce sporește considerabil estetica și funcționalitatea produsului final, fără a implica în mod necesar costuri suplimentare de pregătire și derulare a producției.

Din perspectiva aspectelor structurale, soluția de față rezolvă avantajos diferitele aspecte ale problemei tehnice și prezintă aceste detalii:

- fiecare element sinusoidal (ES) cuprins între partea de extrados (eX) și intrados (iN) a învelișului (IG) aripii formează un element structural, acționând similar cu o grindă, având elongația dispusă alungul aripii astfel încât suplimentează rezistența la încovoiere a acesteia.
- ansamblul lăței de structură (LS) (Fig. 2.1 c) prezintă o rețea de arce fixe, rezultate din autointersectarea elementelor sinusoidale (ES) învecinate, fapt care sporește stabilitatea și rezistența mecanică a lăței (LS) atât transversal cât și longitudinal.
- suplimentar, fuziunea între lățea de structură (LS) și învelișul gros (IG) asigură ca fiecare celulă a lăței să fie solidar conectată cu celulele vecine, similar unei structuri clasice de tip fagure, și astfel solicitările aerodinamice ce acționează asupra învelișului sunt preluate și distribuite întregii structuri.
- distribuția fiecărui element sinusoidal (ES) între extradosul (eX) și intradosul (iN) aripii asigură menținerea profilului aerodinamic al învelișului (IG) exterior.
- geometria și volumul elementelor sinusoidale (ES) realizează o monostructură care se autosusține pe verticală în timpul imprimării 3D, având un perete exterior format de învelișul gros (IG) și puntea de legatură cu rol de susținere formată de elementele sinusoidale (ES) la interior. Ansamblul astfel fuzionat își menține structura și nu necesită nici umplerea golurilor cu material adițional și nici suporti adiționali la imprimarea 3D, ceea ce implică o reducere de material, cost și timp aferent, și implicit induce avantajul unei greutate diminuate a produsului final.

După cum a fost prezentat pentru al doilea și al patrulea exemplu de realizare practică, continuitatea învelișului gros (IG) poate fi întreruptă într-o manieră adecvată pentru imprimarea 3D ALM și respectiv potrivită procesului de termoformare. Realizarea aripiilor cu decupaje (d) elipsoidale, circulare sau poligonale permite astfel diminuarea greutății fără a compromite integritatea geometriei cochiliilor, și implicit reducerea de material, cost și timp de fabricație sporește avantajul fabricației în acest caz.

Al treilea exemplu de realizare tehnică prezintă structuri de aripi cu înveliș gros (IG) și elemente sinusoidale (ES) asamblate din segmente de aripă, unde fiecare segment de aripă (sAf) unitar fuzionat este prevăzut la capete cu geometrii (gM) de îmbinare și montaj complementare. Aceasta permite fabricația de aeromodele și drone UAV de dimensiuni relativ mari, utilizând la asamblare segmente de aripă modulare evident mai mici și mai ușor de fabricat.

Aplicabil oricărui caz de realizare practică, faza incipientă de proiectare și modelare 3D a structurii permite cu ușurință realizarea unor combinații și dispuneri variate de elemente sinusoidale (ES), cu dimensiuni și sinuozități particularizate după caz, fapt care prezintă din punct de vedere al ingineriei structurii avantajul unei mari varietăți de soluții adaptate fiecărui model de aeromodel și drona UAV conform cu necesitățile structurale și natura proiectului.

În cazurile practice de fabricație prin termoformare cu vacuum forming sau rotomolding, producerea matrițelor de termoformare se face cu avantajul că modelarea 3D a acestor matrițe este cu ușurință realizată pornind direct de la modelele 3D concepute pentru structura aripii, utilizând același software de modelare. Modelul digital al matriței astfel obținute este fabricat apoi cu tehnologii de prelucrare numerică cunoscute. De asemenea, imprimarea 3D ALM poate fi utilizată direct chiar și în confecționarea unor astfel de matrițe.

Revendicări

Revendicarea 1.

Structuri de aripi **caracterizate prin aceea că** sunt realizate cu înveliș gros (IG) continuu și elemente sinusoidale (ES) echidistant intersectate între ele și integrate în lungul aripii sub forma unei rețele monostructurale, astfel încât înălțimea (hES) variabilă a fiecărui element sinusoidal (ES) este cuprinsă între extradossul (eX) și intradossul (iN) aripii într-o manieră în care elementele sinusoidale (ES) se întrepătrund cu învelișul gros (IG) și sunt solidar conectate, (Fig. 1 a, b, c) unde învelișul gros (IG) este un volum continuu de material dispus la exterior și modelat adecvat cu forma aerodinamică a aripii, având grosimea (g) și zonele de extradoss (eX), bord de atac (bA), intradoss (iN) și bord de fugă (bF) tipice unui profil aerodinamic, iar la interior, elementele sinusoidale (ES) formează o rețea de arce intersectate, întrepătrunse și conectate într-o latică de structură (LS) cu dublă funcțiune de lonjeroane și nervuri transversale, ce fuzionează cu zonele de extradoss (eX) și intradoss (iN) și respectiv cu zonele mai îngroșate la bordul de atac (bA) și bordul de fugă (bF) ale învelișului gros (IG) (Fig. 2 a, b, c), iar fuziunea învelișului exterior cu elemente structurale sinusoidale interioare formează o structură compactă unitară.

Revendicarea 2.

Structuri de aripi cu înveliș gros (IG) și elemente sinusoidale (ES) conform revendicării 1, **caracterizate prin aceea că** geometria tipică a unui element sinusoidal (ES) are forma unui corp alungit și sinuos ondulat dispus corespunzător lungimii (La) întregii aripi, de secțiune dreptunghiulară (s) sau profil structural tip "II, H, 8, V, W, Y" cu grosime (gES) constantă sau, după caz, progresiv diminuată către capătul aripii, având o înălțime (hES) care variază funcție de distanța dintre partea de extradoss (eX) și intradoss (iN) la punctul de contact cu respectivul element sinusoidal (ES), și la care geometria lăței de structură (LS) rezultă din combinarea și intersectarea mai multor elemente sinusoidale (ES), fiind formată din cel puțin două elemente (ES1) (ES2) dispuse în interiorul și alungul aripii într-o așezare cvasi-paralelă, intersectate de cel puțin un al treilea element (ES3) dispus inversat pentru a crea intersectarea reciprocă cu elementele (ES1) (ES2) menționate. (Fig. 2.1 a, b, c)

Revendicarea 3.

Structuri de aripi cu înveliș gros (IG) și elemente sinusoidale (ES) conform revendicării 2, **caracterizate prin aceea că** învelișul gros (IG) și elementele sinusoidale (ES) sunt realizate cu forme neîntrerupte ori sunt prevăzute cu decupaje (d) elipsoidale, circulare sau poligonale pentru reducerea greutateii aripii, iar golurile rezultate sunt modelate cu nervuri (nV) variate dispuse în aranjamente geometrice în completarea formei inițiale, unde decupajele (d) afectează parțial sau complet grosimea (g) învelișului, iar nervurile (nV) variate se întrepătrund la contact cu elementele sinusoidale (ES) (Fig. 2.2 a, b, c), ori după caz, învelișul gros (IG) este în întregime realizat ca o plasă de material cu grosime (g) având goluri în ochiuri (o) de rețea dispuse în aranjamente repetitive, (Fig. 2.2 d, e, f) și unde aceste structuri cu ochiuri (o) sau decupaje (d) sunt fabricate cu un înveliș (iS) subțire adițional, dispus la exterior și fuzionat cu învelișul gros (IG), ori sunt acoperite cu un film (fS) subțire de material, dispus conform cu suprafața aerodinamică a aripii, lipit și mulat direct peste nervurile (nV) variate și părțile învelișului gros (IG). (Fig. 2.2 e, f)

Revendicarea 4.

Structuri de aripi cu înveliș gros (IG) și elemente sinusoidale (ES) conform revendicării 3, fabricate prin tehnologii de imprimare 3D sau fuziune de mase plastice și materiale compozite **caracterizate prin aceea că** laticia de structură (LS) și învelișul gros (IG) sunt realizate sub forma unui ansamblu (Auf) unitar fuzionat cu forme neîntrerupte astfel încât toate părțile sunt contopite, respectiv învelișul gros (IG) și elementele sinusoidale (ES) sunt fuzionate în toate zonele de contact reciproc, și unde ansamblul (Auf) unitar fuzionat astfel realizat cuprinde lungimea întregii aripi (Fig. 3), iar după caz, este prevăzut cu decupaje (d), nervuri (nV) variate, respectiv ochiuri (o) și înveliș subțire (iS) adițional. (Fig. 3 a)

Revendicarea 5.

Structuri de aripi cu înveliș gros (IG) și elemente sinusoidale (ES) conform revendicării 4, asamblate din segmente de aripă, **caracterizate prin aceea că** fiecare segment de aripă (sAf)

unitar fuzionat include porțiuni de înveliș gros (IG) și latică de structură (LS) fuzionate între ele, și prezintă la capete geometrii (gM) de îmbinare și montaj complementare, și că mai multe astfel de segmente de aripă (sAf) sunt asamblate și montate între ele cap la cap, fiind străpunse de cel puțin o tijă (tjL) longitudinală care le unește și le străbate prin găurile (gZ) din zonele (zG) îngroșate ale segmentelor de aripă (sAf), respectiv fiind fixate cu piese (pi) adecvate pentru îmbinarea ansamblului întregii aripi. (Fig. 3.1 a,b,c)

Revendicarea 6.

Structuri de aripi cu înveliș gros (IG) și elemente sinusoidale (ES) conform revendicării 2, realizate prin tehnologii de termoformare din mase plastice și materiale composite, **caracterizate prin aceea că** întregul corp aerodinamic al aripii este un ansamblu (AuC) unitar combinat (Fig. 4 a,b) compus din cel puțin patru foi de material (f1e) (f2i) (f3i) (f4e) modelate cu o geometrie complexă astfel încât zonele de bord de atac (bA), extrados (eX) și bord de fugă (bF) sunt cuprinse într-o primă foaie (f1e) exterioară curbata pe extrados, la care este fuzionată sau lipită o a doua foaie (f2i) interioară modelată cu un relief ce corespunde elementelor sinusoidale (ESx) formând astfel o cochile (CeX) de extrados, și respectiv având zonele de bord de atac (bA), intrados (iN) și bord de fugă (bF) cuprinse într-o a treia foaie (f3i) interioară modelată cu un relief ce corespunde elementelor sinusoidale (ESn) la care este fuzionată sau lipită o a patra foaie (f4e) exterioară curbata pe intrados formând în acest fel o cochile (CiN) de intrados, unde cele două cochilii sunt complementare una alteia și permit îmbinarea într-o manieră prin care să reconstituie întregul corp aerodinamic al aripii, fiind străpunse de cel puțin o tijă (tjL) longitudinală care le unește și le străbate prin găurile (gZ) prevăzute pentru îmbinare. (Fig. 4 c)

Revendicarea 7.

Structuri de aripi cu înveliș gros (IG) și elemente sinusoidale (ES) conform revendicării 6, **caracterizate prin aceea că** latică de structură (LS) este obținută prin modelarea și cuplarea celor două foi interioare complementare (f2i)(f3i) cu câte un relief ce reprezintă intersectarea a cel puțin trei elemente sinusoidale (ESx) și corespondentele complementare (ESn), dispuse în lungul aripii într-o așezare conformă descrierii anterioare (Fig. 2.1 a, b, c) și care vin în contact

prin asamblarea celor două cochilii de extrados (CeX) și intrados (CiN), și astfel toate părțile sunt împreunate sub forma unui ansamblu (AuC) unitar combinat, care formează învelișul gros (IG) la exterior prin unirea a două foi de material (f1e)(f4e) și respectiv formează lățimea de structură (LS) la interior, rezultată prin îmbinarea celor două foi complementare (f2i)(f3i) în zonele de contact reciproc, iar ansamblul (AuC) unitar combinat reprezintă lungimea (La) întregii aripi. (Fig. 4.1.)

Revendicarea 8.

Structuri de aripi cu înveliș gros (IG) și elemente sinusoidale (ES) conform revendicării 7, fabricate din foi de material modelate cu o geometrie complexă, **caracterizate prin aceea că** sunt realizate cu nervuri (nV) variate și decupaje (d) elipsoidale, circulare sau poligonale pentru diminuarea greutatei și fără a compromite integritatea geometriei cochiliilor, și după caz, cochiliile de extrados (CeX) și intrados (CiN) sunt segmentate în tronsoane (tA) parțiale de aripă, iar aripa completă include mai multe astfel de tronsoane (tA) îmbinate între ele cap la cap, și respectiv așezate unele în altele, fiind străpunse de cel puțin o tijă (tjL) longitudinală care le unește și le străbate prin găurile (gZ), și sunt prevăzute cu piese (pi) adecvate pentru îmbinare. (Fig. 4.2.)

Revendicarea 9.

Structuri de aripi cu înveliș gros (IG) și elemente sinusoidale (ES) conform revendicării 2, fabricate din foi, profile, tubulatură sau placi de materiale composite, plastice sau metalice, adecvate prelucrării prin tehnologii de termo-formare și turnare în matrițe, **caracterizate prin aceea că** elementele sinusoidale (ES) sunt fabricate sub forma unor nervuri (nVs) sinuoase integrate la interiorul cochiliilor de extrados (CeX) și intrados (CiN) și cuprinse între foile (feX) de extrados și foile (fiN) de intrados ale respectivelor cochilii (CeX)(CiN), unde aceste nervuri (nVs) de întărire a structurii sunt complementar dispuse astfel încât cele două cochilii se cuprind cu precizie una în alta. (Fig. 5.)

Revendicarea 10.

Structuri de aripi cu înveliș gros (IG) și elemente sinusoidale (ES) conform revendicării 9, **caracterizate prin aceea că** prin asamblare nervurile (nVs) cochiliilor de extradados (CeX) și intrados (CiN), vin în contact și sunt fixate unele în altele, formând astfel la interiorul aripii o latice de structură (LSs) solidizată și întărită cu componente (ci) de îmbinare, și respectiv formând la exterior un înveliș gros (IG) obținut prin însumarea foilor (feX) de extradados cu foile (fiN) de intrados, iar toate părțile sunt împreunate sub forma unui ansamblu (AuS) unitar solidizat de lungimea (La) aripii. (Fig. 5.1)

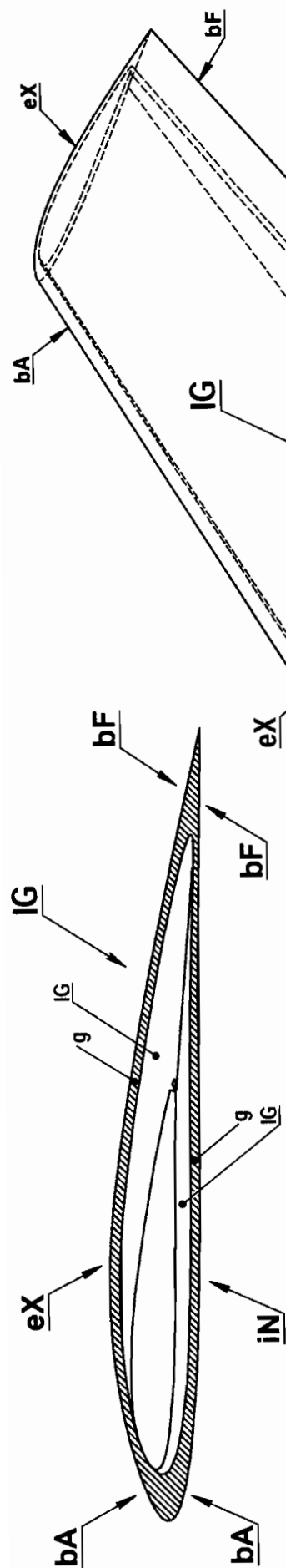


FIG 2. a

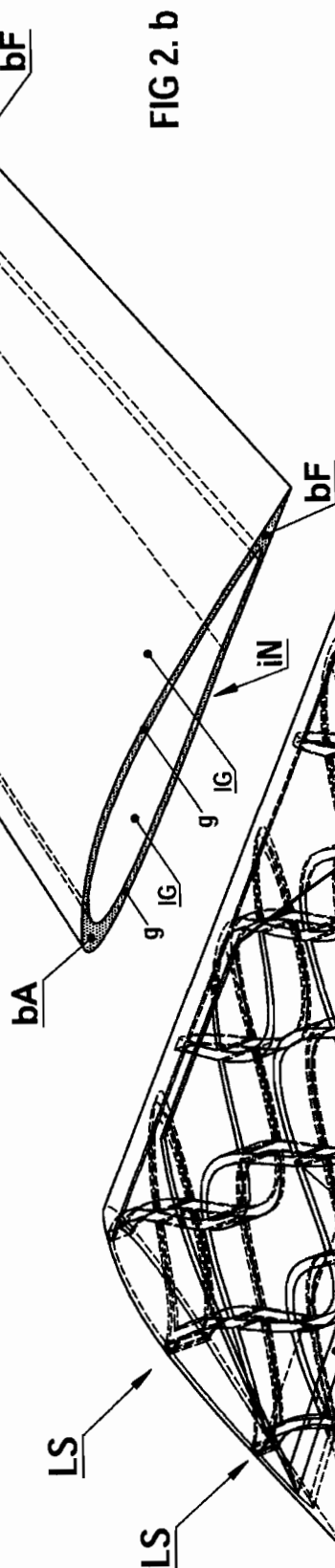


FIG 2. b

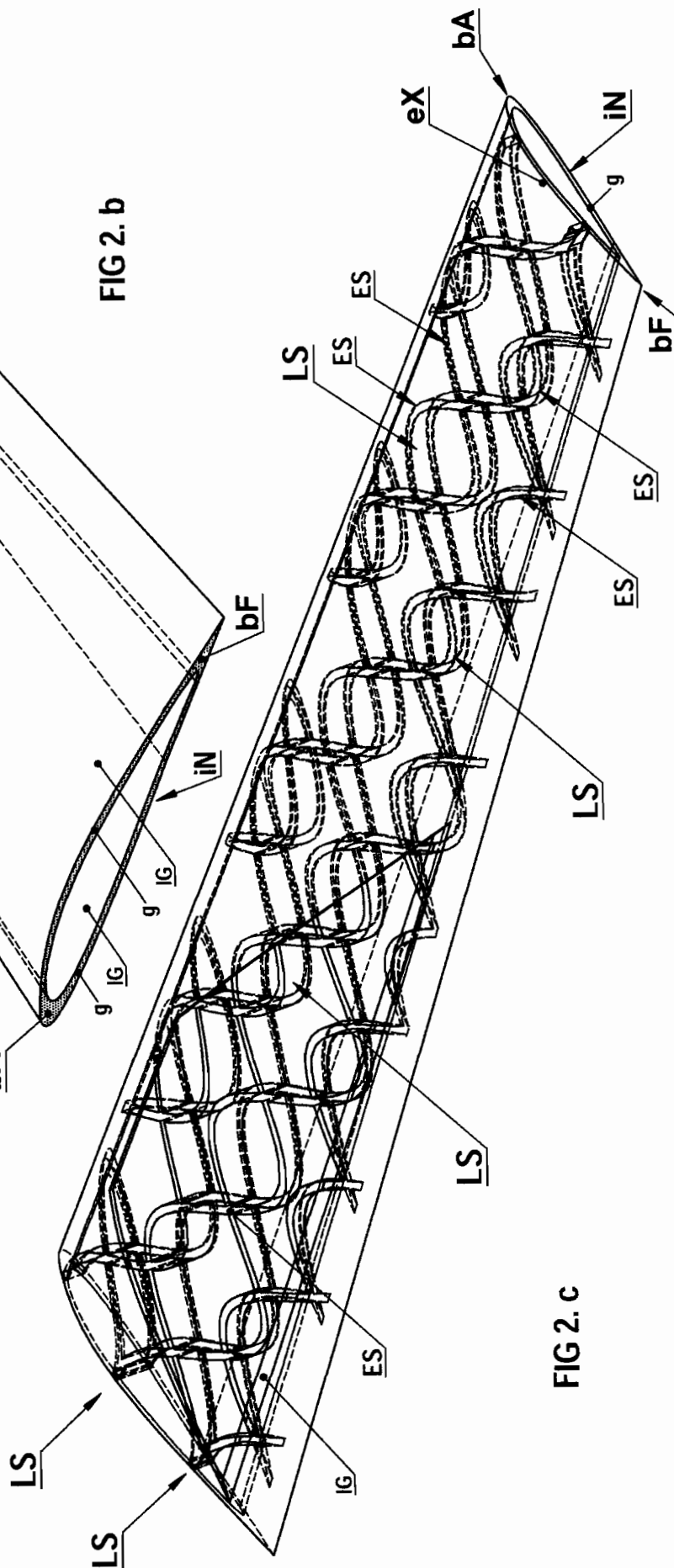
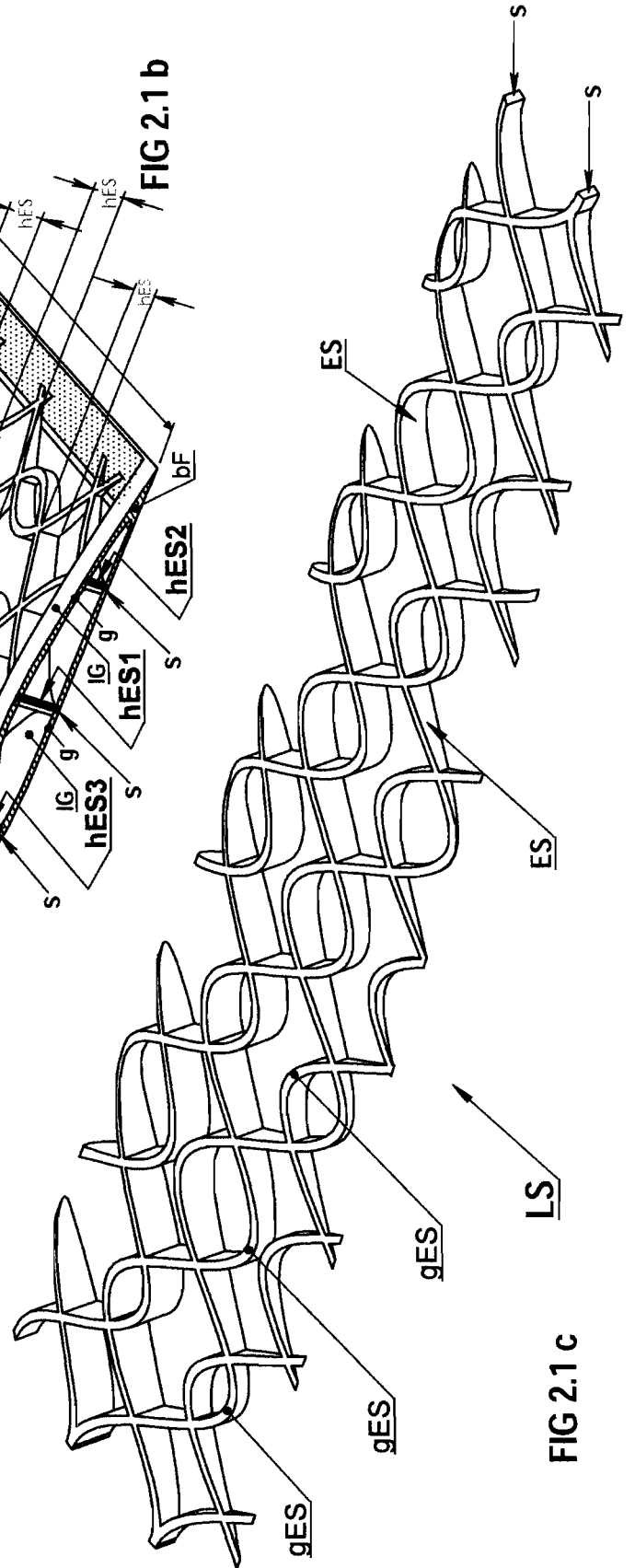
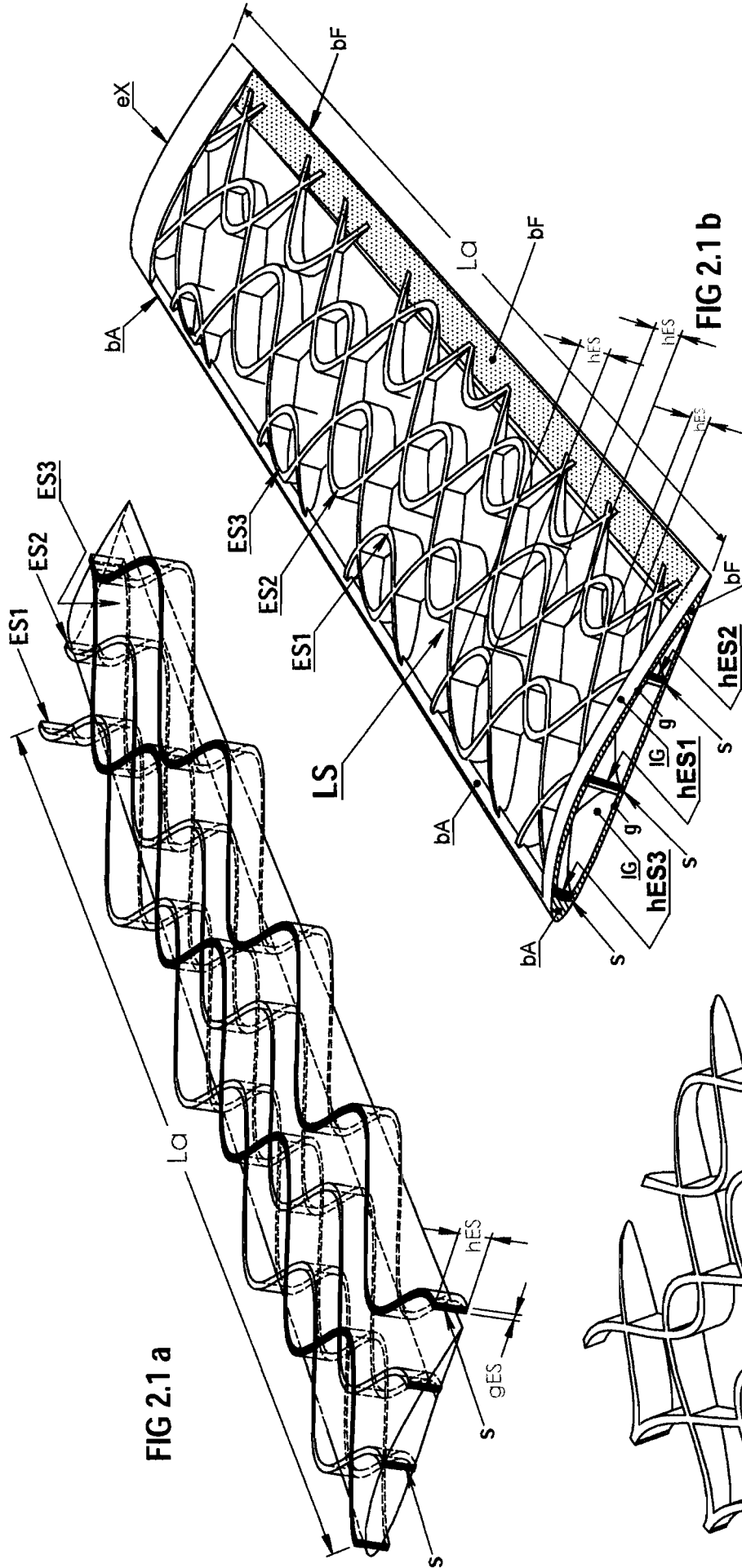
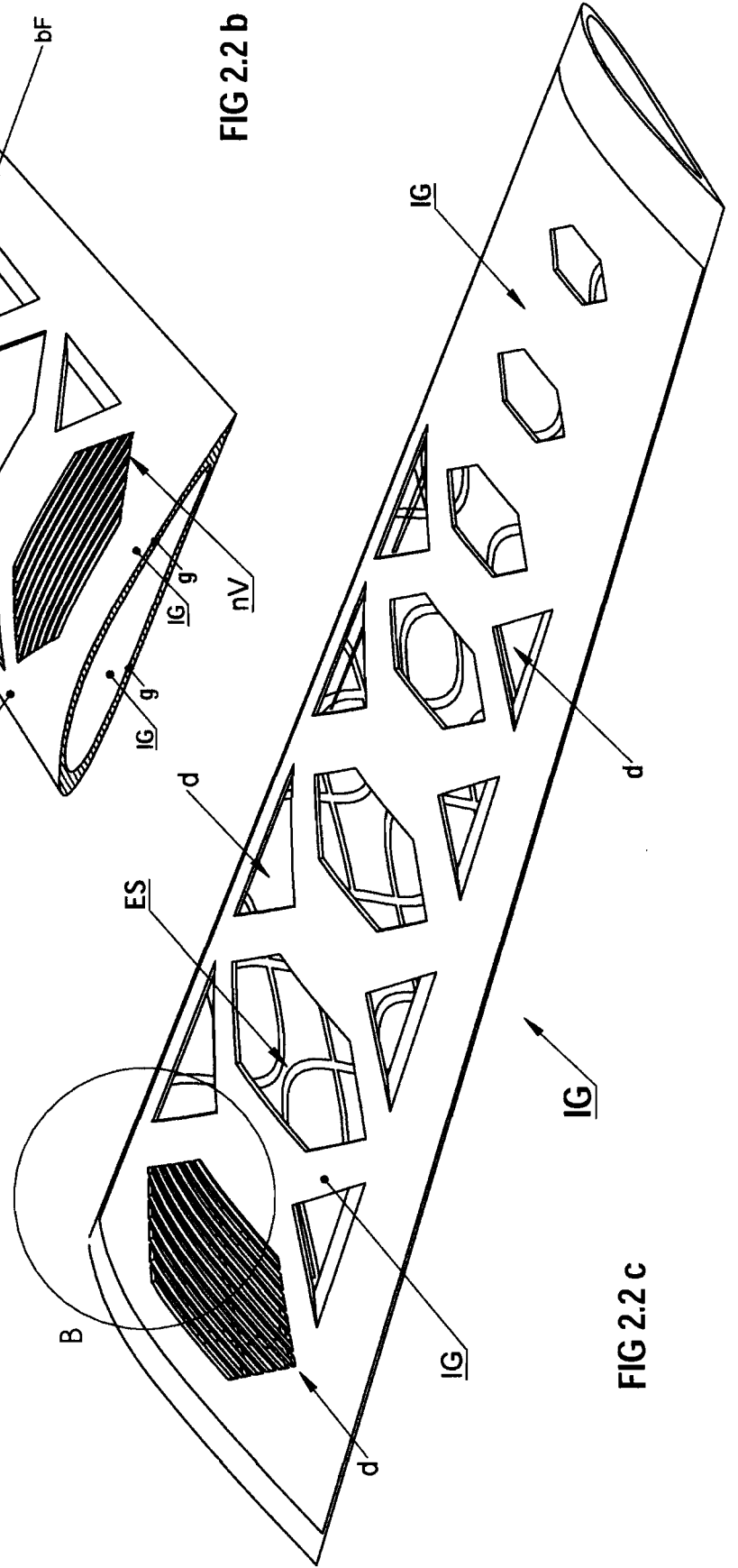
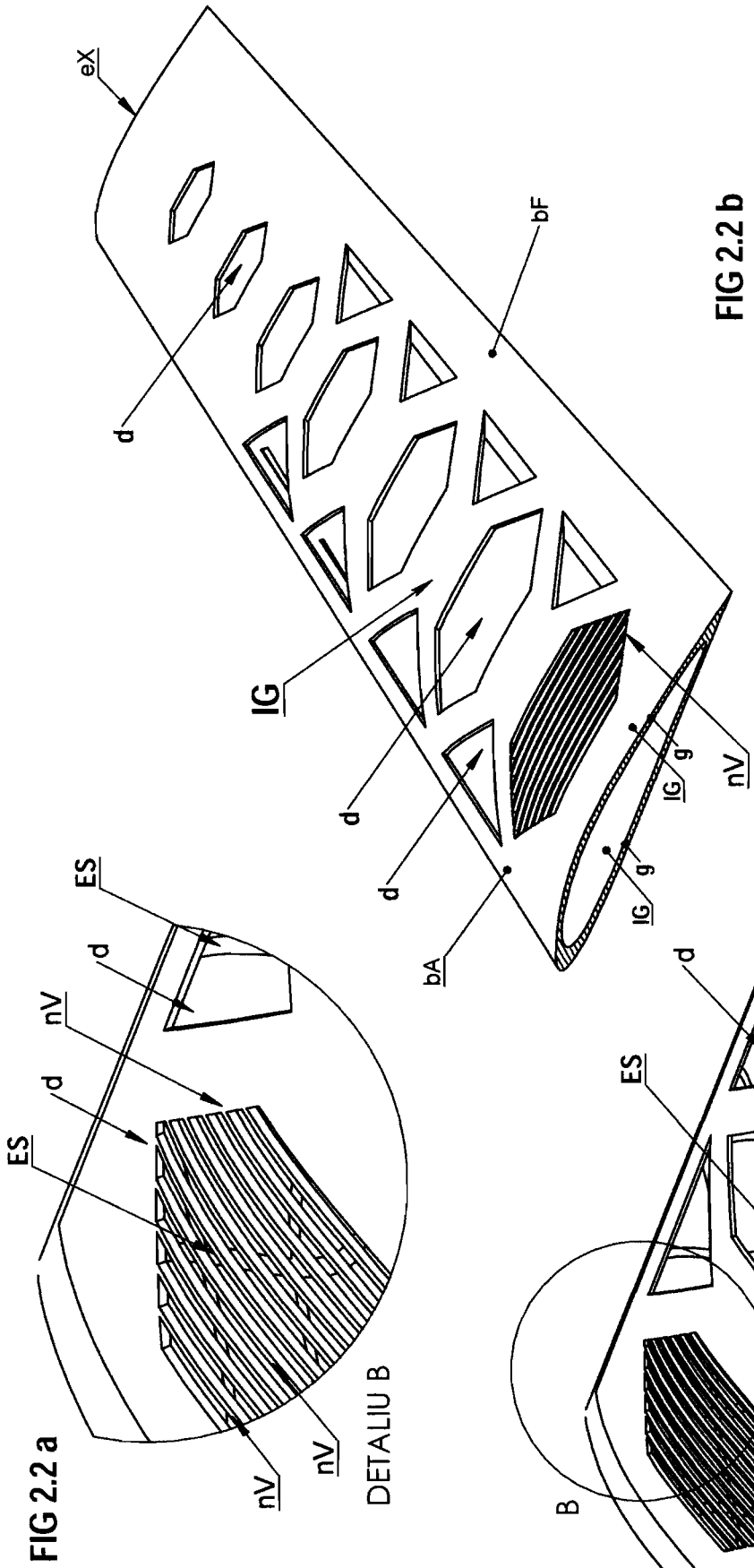
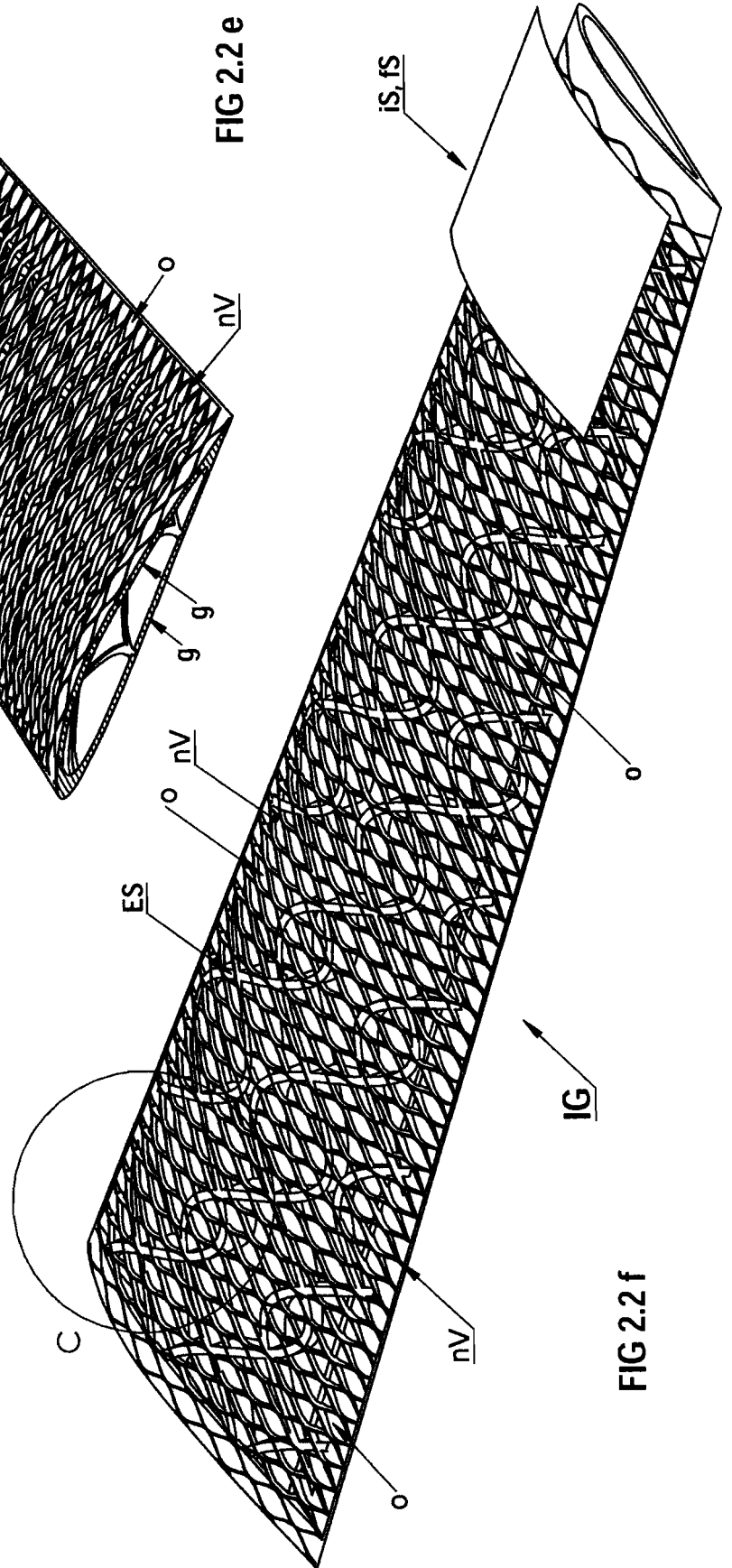
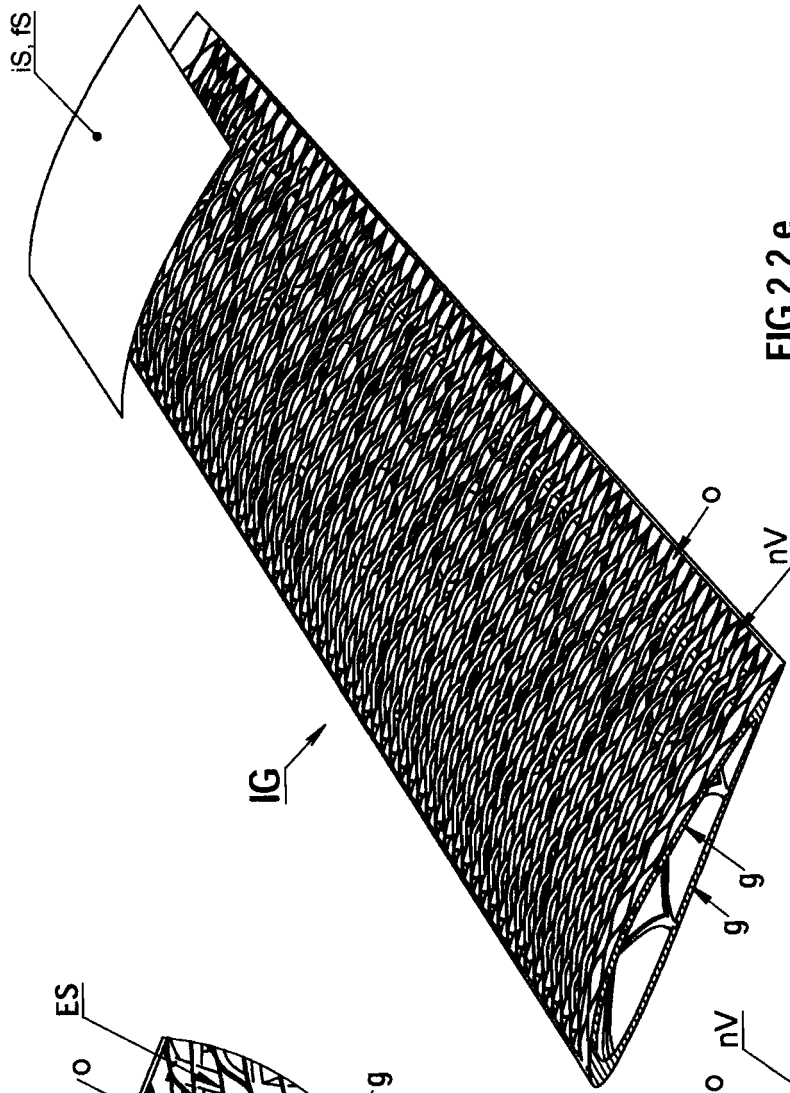
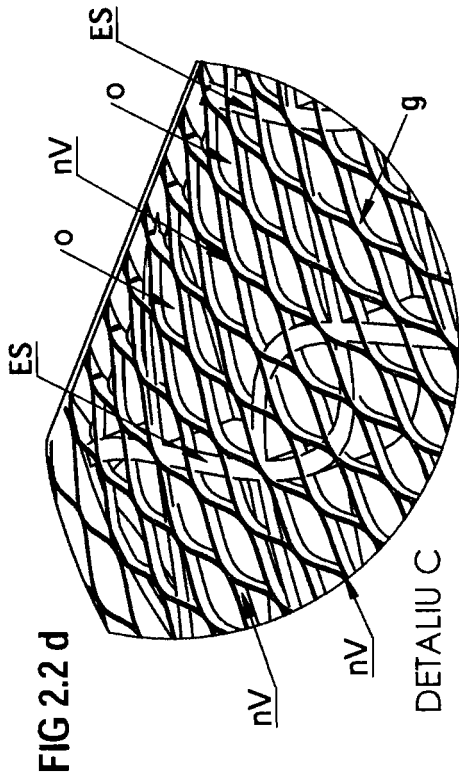


FIG 2. c



HO
111





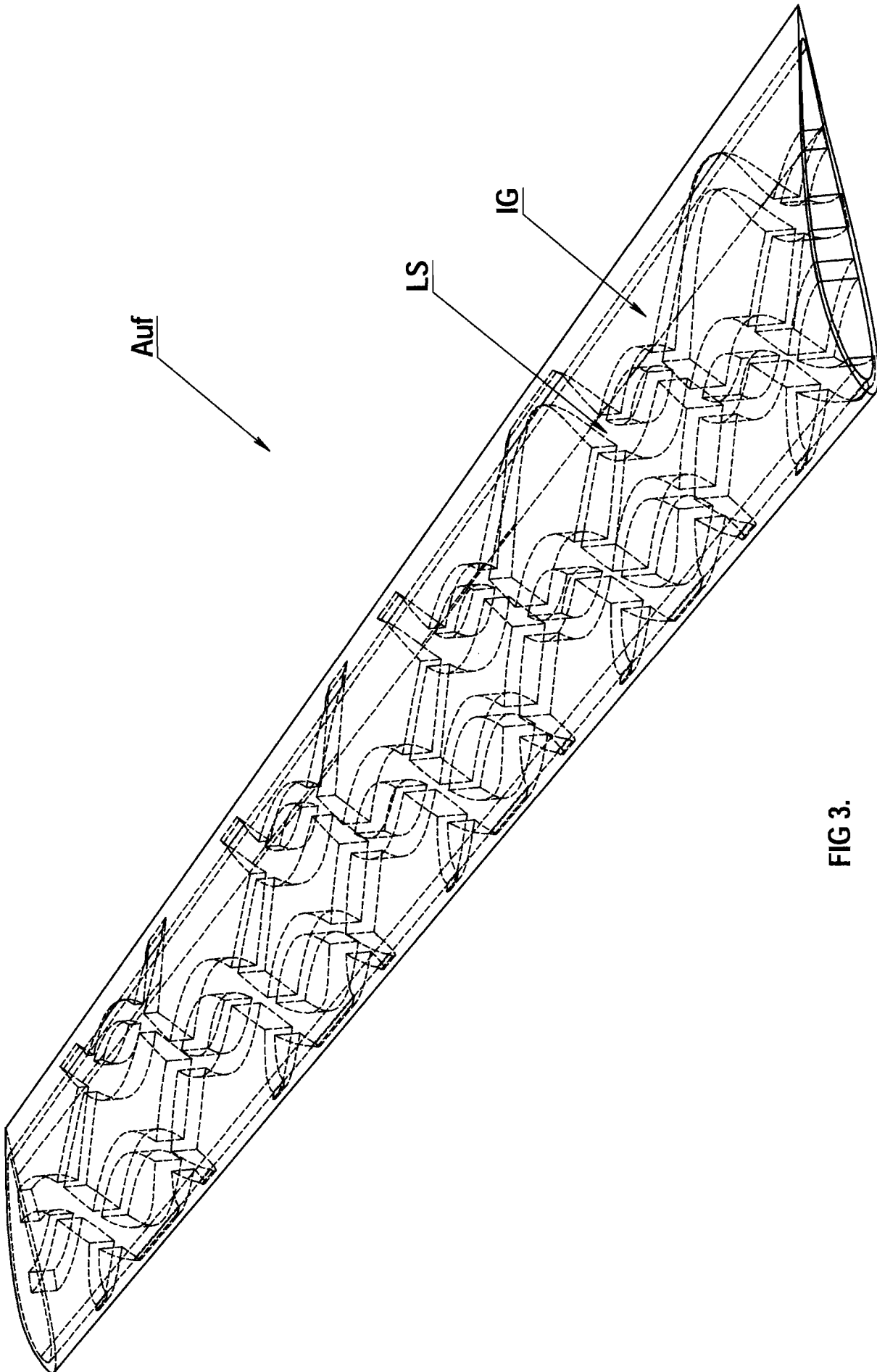


FIG 3.

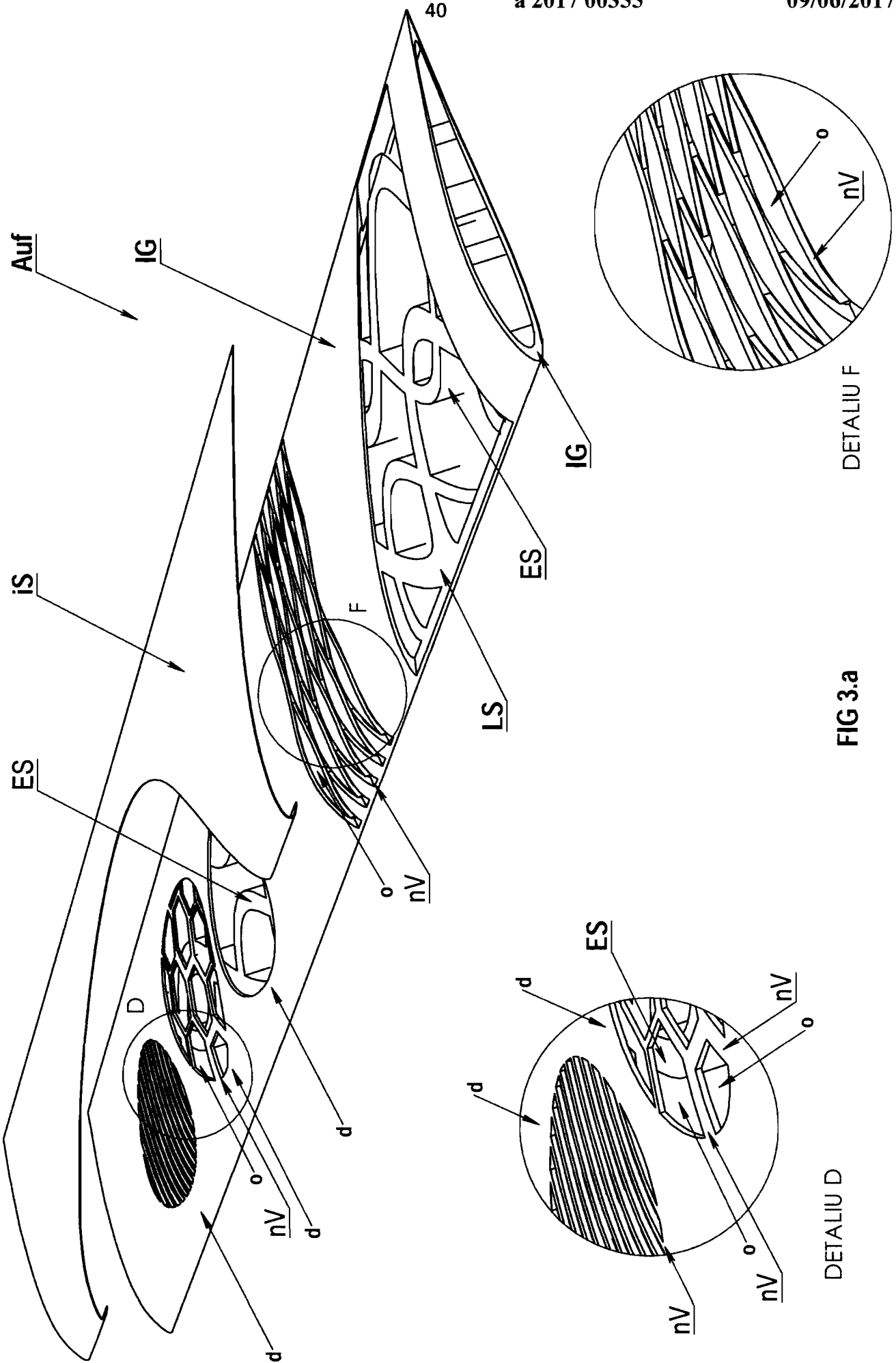


FIG 3.a

FIG 3.1 a

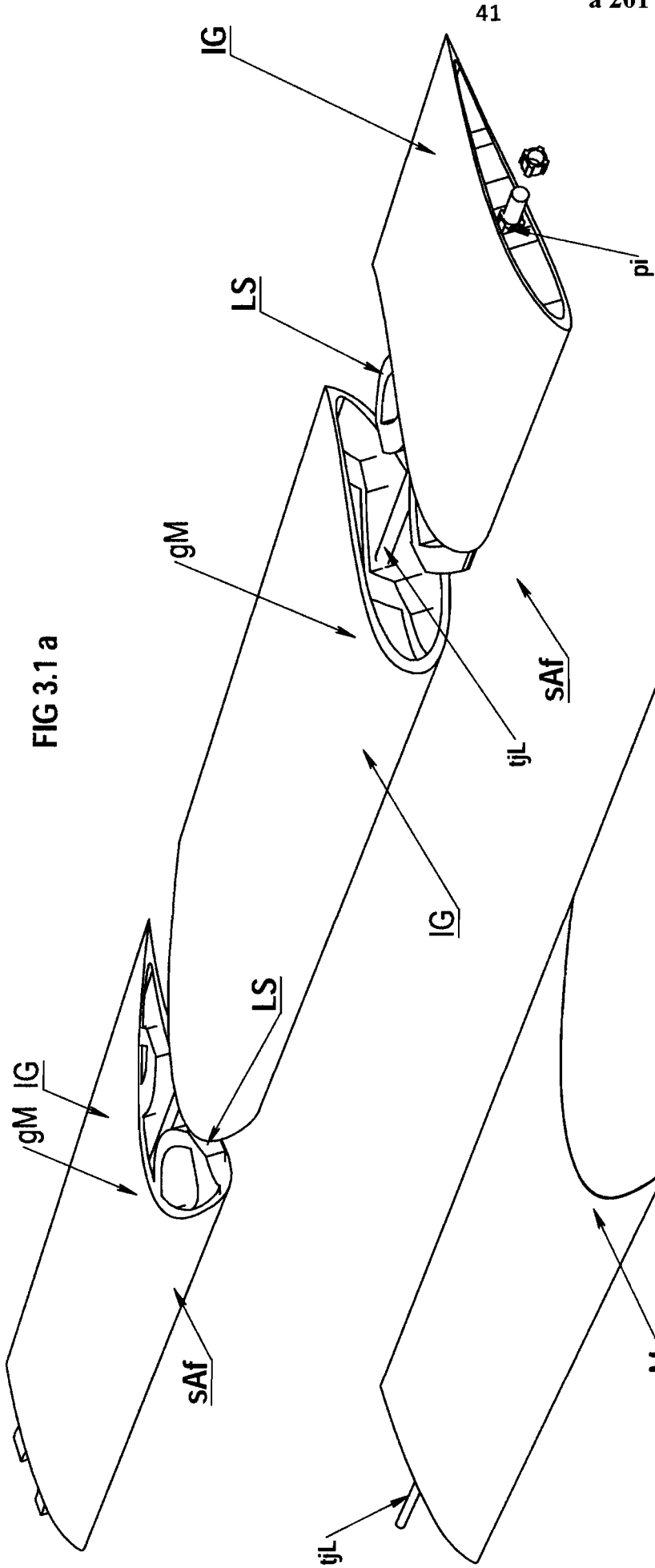
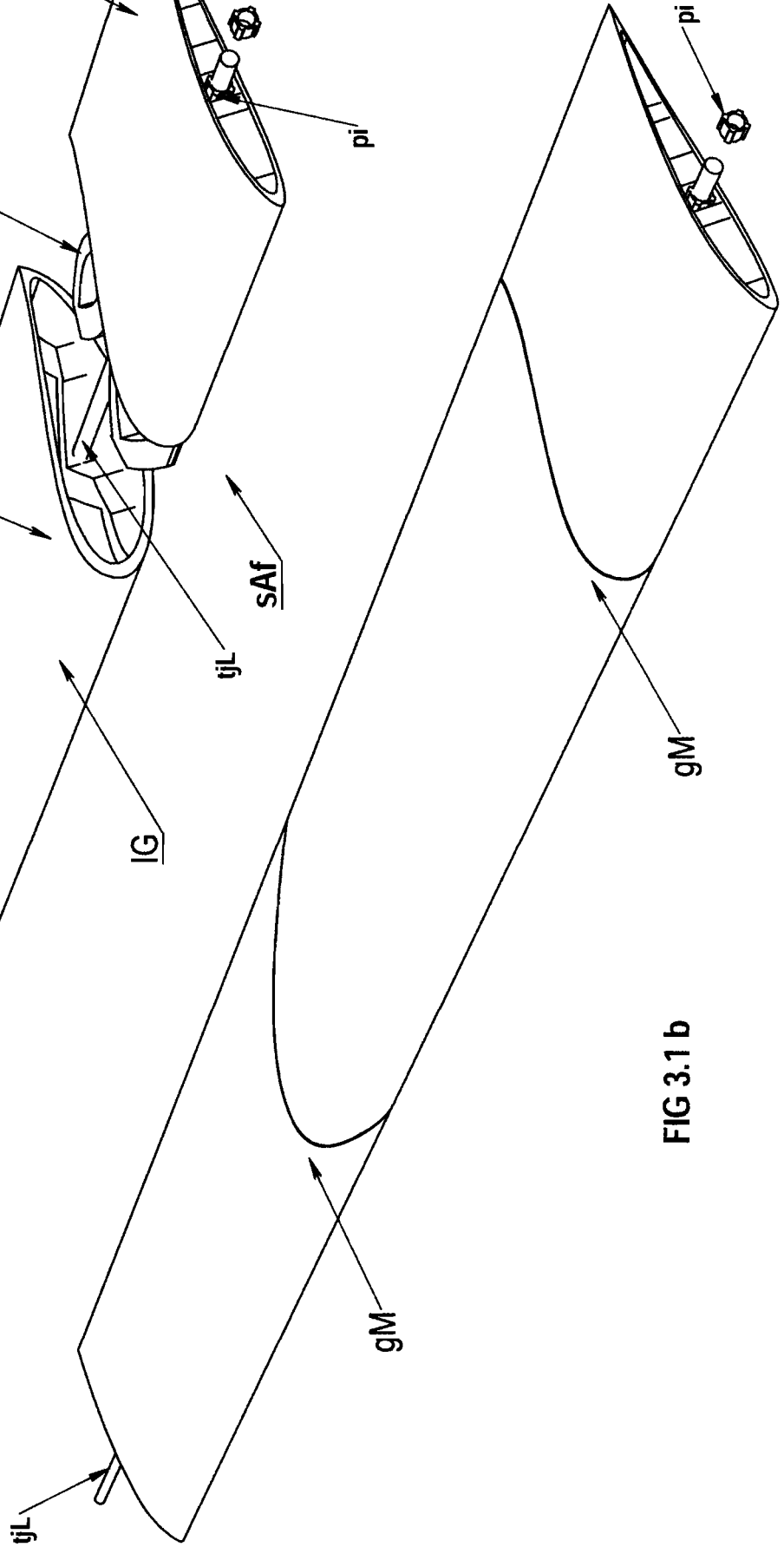


FIG 3.1 b



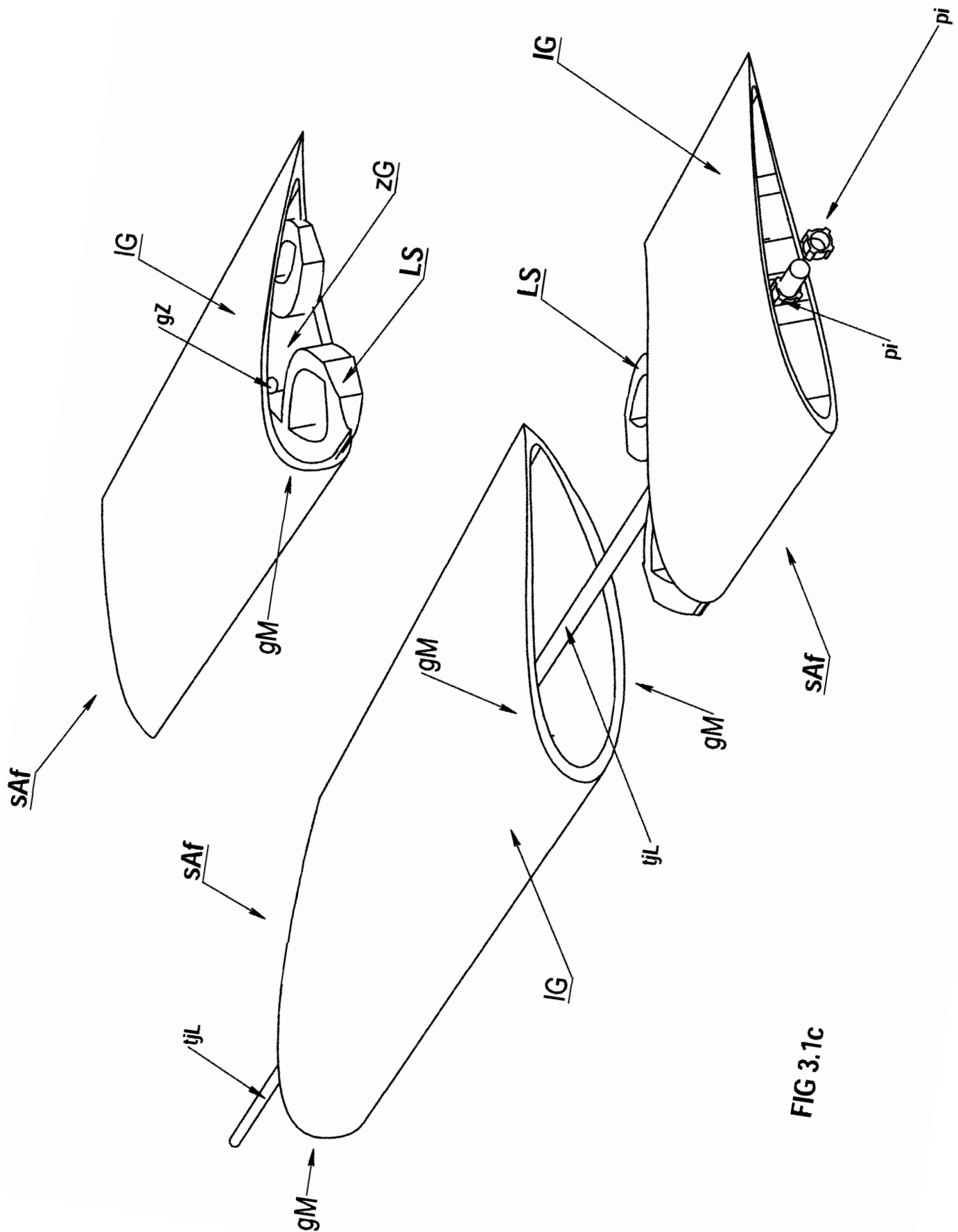
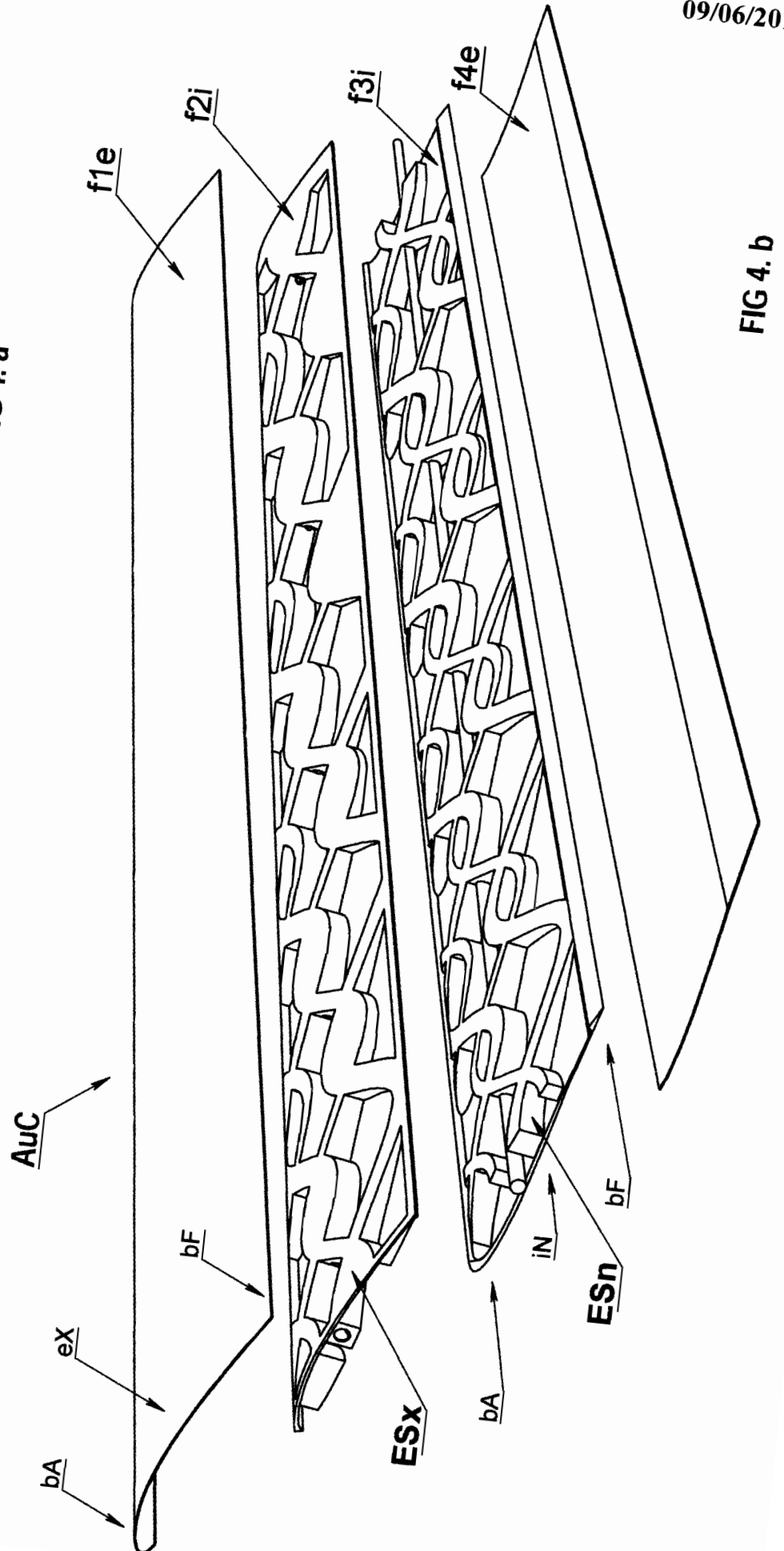
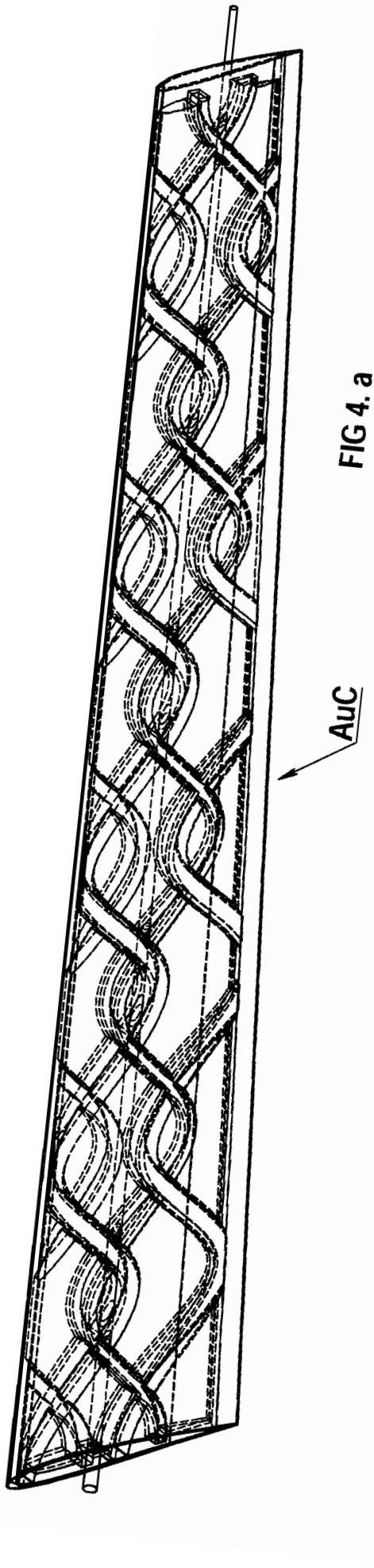


FIG 3.1c



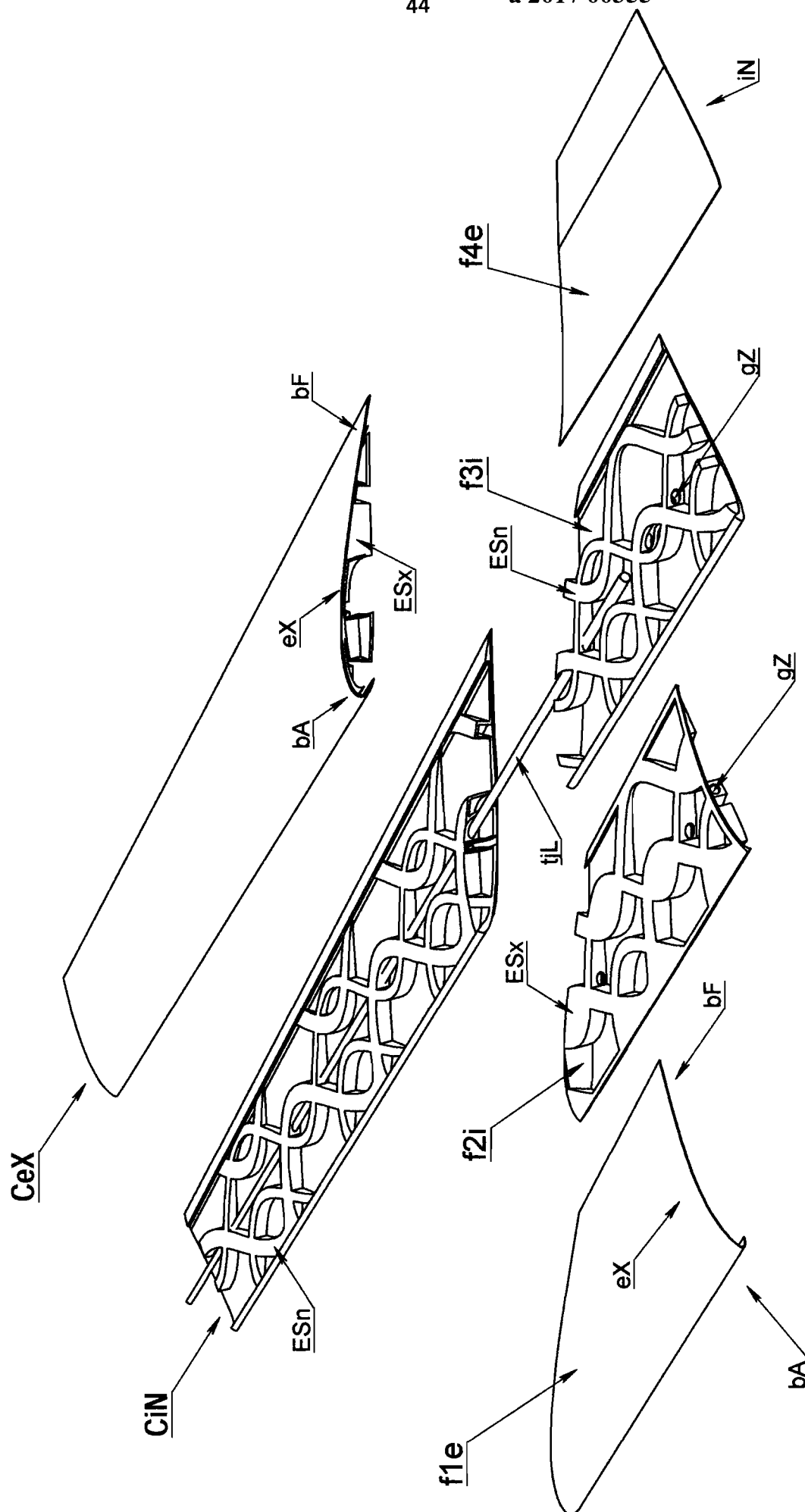


FIG 4. c

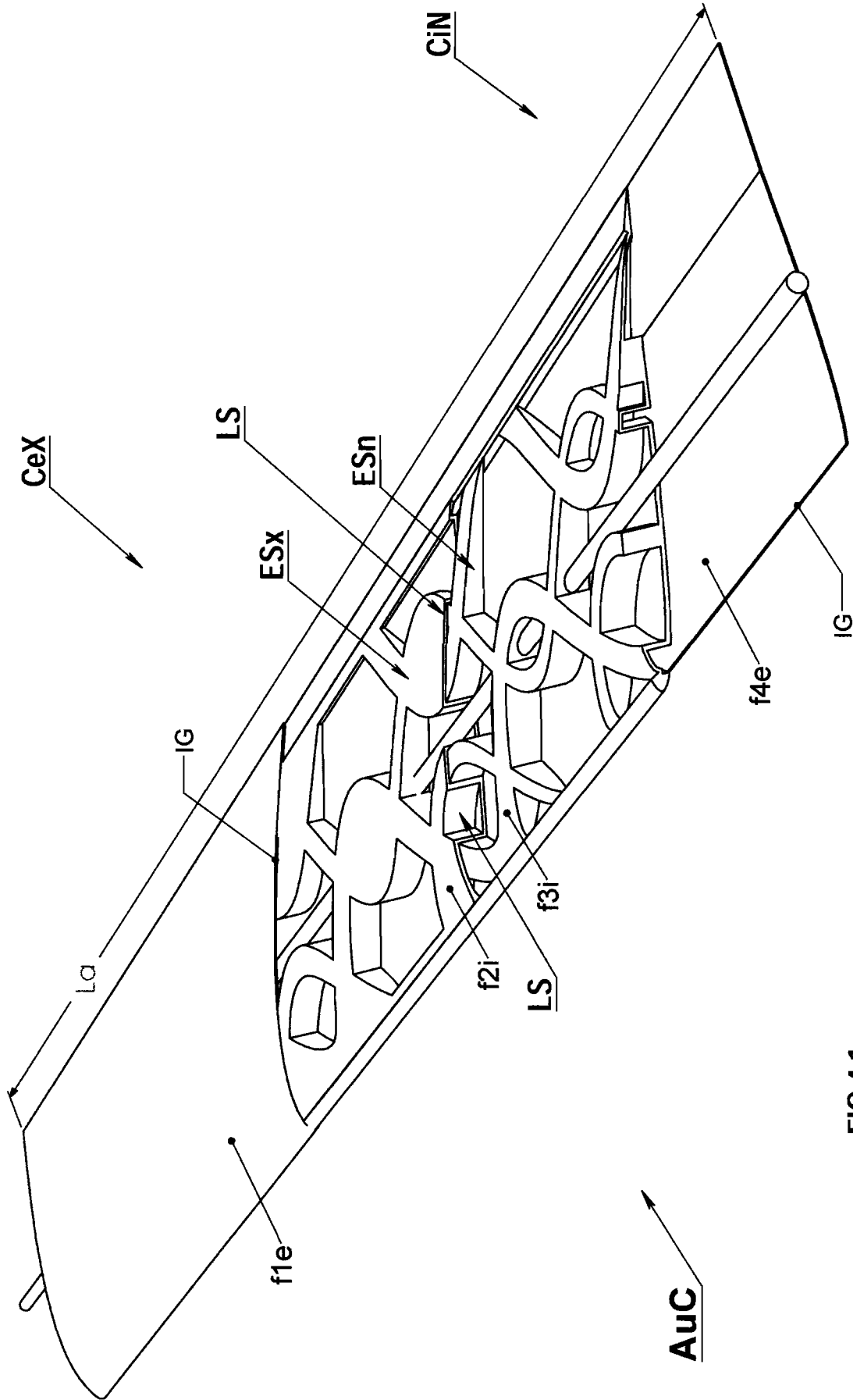


FIG 4.1.

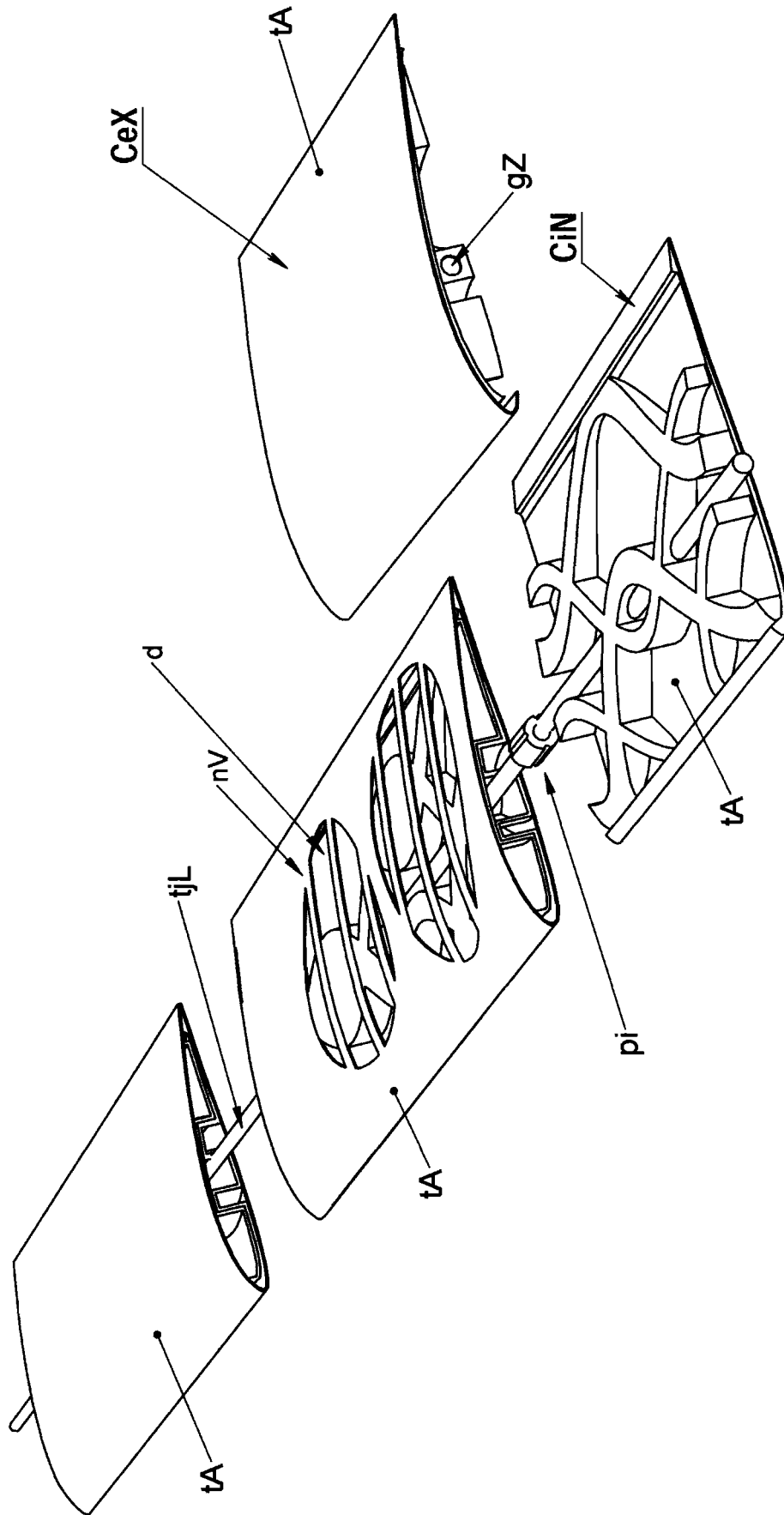


FIG 4.2.

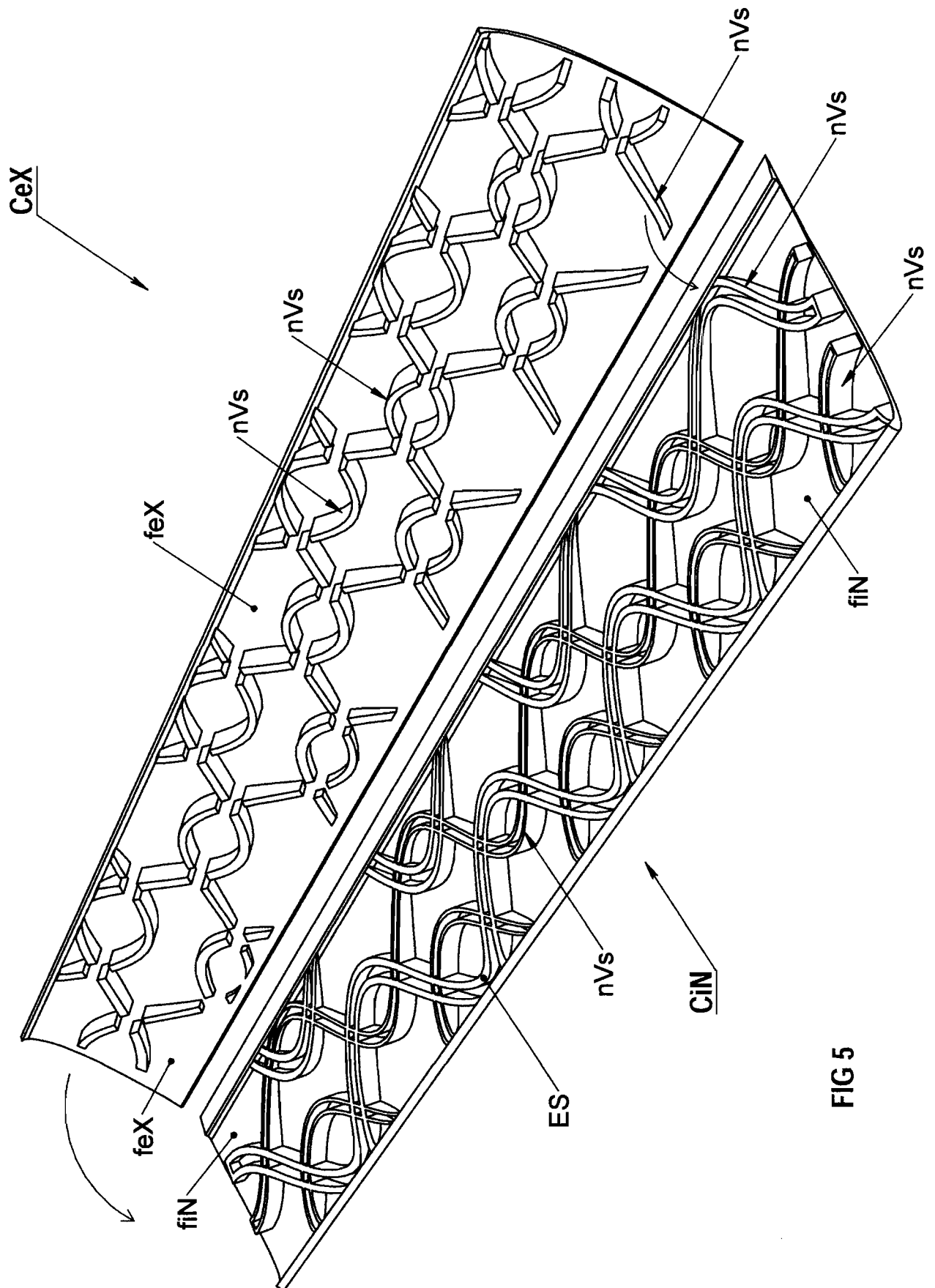


FIG 5

a 2017 00355

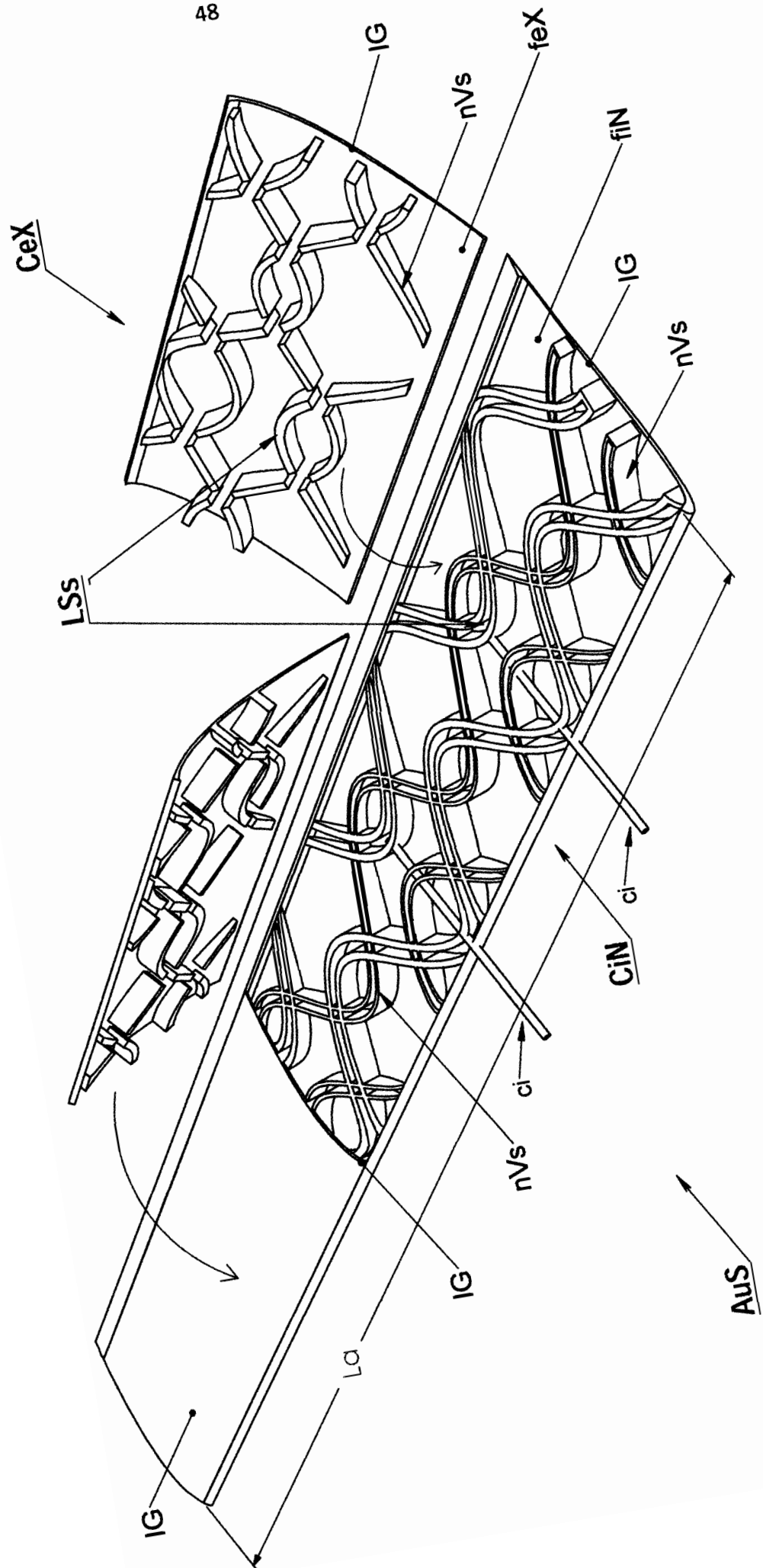


FIG 5.1

**OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI**

Serviciul Examinare de Fond:

Cont IBAN: RO05 TREZ 7032 0F33 5000 XXXX
Trezoreria Sector 3, București
Cod fiscal: 4266081

RAPORT DE DOCUMENTARE

CBI nr. a 2017 00355	Data de depozit: 09/06/2017	Data de prioritate
----------------------	-----------------------------	--------------------

Titlul invenției	STRUCTURI DE ARIPI CU ELEMENTE SINUSOIDALE
------------------	--

Solicitant	ALEXAN OCTAV, CALEA TRAIAN, NR.4A, AP.44, BAI A MARE, RO; DOMȘA MIREL, 213 SUNSET HEIGHTS, COCHRANE, T4C0E1, ALBERTA, CA
------------	--

Clasificarea cererii (Int.Cl.)	B64C 3/18 (2006.01); B64C 3/26 (2006.01); B32B 37/10 (2006.01); E04C 3/00 (2006.01);
--------------------------------	--

Domenii tehnice cercetate (Int.Cl.)	B64C ; B32B ; E04C
-------------------------------------	--------------------

Colecții de documente de brevet cercetate	RoPatSearch, patenw internet
Baze de date electronice cercetate	
Literatură non-brevet cercetată	

Documente considerate a fi relevante		
Categoria	Date de identificare a documentelor citate și, unde este cazul, indicarea pasajelor relevante	Relevant față de revendicarea nr.
Y	US6630093 B1 (JONES, RONALD, D., [US]) 26.10.2010 - Întregul document	1-2
D,Y	US7818945 B2 (Paul S. Gregg, Seattle & co.; [US]) 10.11.2005 - Întregul document	1-2
A	US2016304187 A1 (AUTRY BRENDEN [US] and co.) 20.10.2016	1-10
A	US6471800 B2 (JANG BOR Z [US]; MA ERJIAN [US]) 29.10.2002 - Întregul document	1-10

Strada Ion Ghica nr. 5, Sector 3, Cod 030044, București, România
Telefon centrală: +40-21-306.08.00/01/02/.../28/29
Fax: +40-21-312.38.19
E-mail: office@osim.ro
www.osim.ro



Documente considerate a fi relevante - continuare		
Categoria	Date de identificare a documentelor și, unde este cazul, indicarea pasajelor relevante	Relevant față de revendicarea nr.
Unitatea invenției (art.18)		
Observații:		

Data redactării: 19.10.2018

Examinator,
Ing. PATRICHE CORNEL

Litere sau semne, conform ST.14, asociate categoriilor de documente citate	
A - Document care definește stadiul general al tehnicii și care nu este considerat de relevanță particulară; D - Document menționat deja în descrierea cererii de brevet de invenție pentru care este efectuată cercetarea documentară; E - Document de brevet de invenție având o dată de depozit sau de prioritate anterioară datei de depozit a cererii în curs de documentare, dar care a fost publicat la sau după data de depozit a acestei cereri, document al cărui conținut ar constitui un stadiu al tehnicii relevant; L - Document care poate pune în discuție data priorității/lor invocată/e sau care este citat pentru stabilirea datei de publicare a altui document citat sau pentru un motiv special (se va indica motivul); O - Document care se referă la o dezvăluire orală, utilizare, expunere, etc;	P - Document publicat la o dată aflată între data de depozit a cererii și data de prioritate invocată; T - Document publicat ulterior datei de depozit sau datei de prioritate a cererii și care nu este în contradicție cu aceasta, citat pentru mai bună înțelegere a principiului sau teoriei care fundamentează invenția; X - document de relevanță particulară; invenția revendicată nu poate fi considerată nouă sau nu poate fi considerată ca implicând o activitate inventivă, când documentul este luat în considerare singur; Y - document de relevanță particulară; invenția revendicată nu poate fi considerată ca implicând o activitate inventivă, când documentul este combinat cu unul sau mai multe alte documente de aceeași categorie, o astfel de combinație fiind evidentă unei persoane de specialitate; & - document care face parte din aceeași familie de brevete de invenție.