

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **214723**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **387685**

(51) Int.Cl.
G01N 29/00 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **02.04.2009**

(54) **Sposób wykrywania delaminacji struktur kompozytowych
i układ do wykrywania delaminacji struktur kompozytowych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
11.10.2010 BUP 21/10

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
30.09.2013 WUP 09/13

(73) Uprawniony z patentu:

**ADAPTRONICA SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ,
Łomianki k. Warszawy, PL
CONTEC A. HOLNICKI W. SZAŁA
SPÓŁKA JAWNA, Warszawa, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**ANITA ORŁOWSKA, Milejowice, PL
PRZEMYSŁAW KOŁAKOWSKI, Nieporęt, PL
JAN HOLNICKI-SZULC, Warszawa, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Anna Bełz

PL 214723 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wykrywania delaminacji struktur kompozytowych i układ do wykrywania delaminacji struktur kompozytowych.

Znany jest z opublikowanego opisu Stanów Zjednoczonych nr US5814729 system, który ocenia reakcję struktur kompozytowych na zadane wymuszenia w postaci drgań. Charakterystyki tłumienia są parametrem wrażliwym na zmiany stanu, w szczególności na powstawanie delaminacji. Zmiany tłumienia analizuje się porównując czasy przejścia fal sprężystych, wygenerowanych przez wbudowane w kompozyt piezoceramiczne aktywatory i odbieranych przez wbudowane w kompozyt czułe sensory światłowodowe. Podczas testu integralności kompozytu, impulsy wymuszenia zadawane są przez jeden z aktywatorów. Rozchodzenie się fal jest mierzone w czasie rzeczywistym przez sensory światłowodowe wbudowane w różnych miejscach kompozytu. Analiza sygnałów zarejestrowanych przez te sensory pozwala na lokalizację miejsca rozwarstwienia, jako że charakterystyki tłumienia kompozytu zmieniają się w zależności od stanu zwarłości struktury kompozytu.

Zgodnie z wynalazkiem sposób wykrywania delaminacji struktur kompozytowych, wielowarstwowych charakteryzuje się tym, że na płacie wyrobu kompozytowego umieszcza się na jego zewnętrznych, przeciwległych powierzchniach dwie bliźniacze, korzystnie regularne, warstwy utworzone z sensorów piezoelektrycznych, a następnie, po wprowadzeniu tego płata w drgania rozchodzące się w strukturze kompozytowej zgodnie z zaprojektowanymi kierunkami, określa się, na podstawie bieżących pomiarów dla tego płata, miarę opartą na różnicy sygnałów napięciowych każdej pary sensorów piezoelektrycznych, usytuowanych naprzeciwko siebie. W trakcie eksploatacji dokonuje się ustalenia odchyłek od ustalonej pierwotnie miary różnicy sygnałów napięciowych pomiędzy parami czujników piezoelektrycznych. Powstające sygnały są wytwarzane w wyniku drgań płata struktury kompozytowej. Drgania te są wzbudzane sztucznie, bądź powstają w trakcie eksploatacji.

Układ do wykrywania delaminacji elementów kompozytowych zawierający sensory rejestrujące drgania charakteryzuje się tym, że stanowią go dwie bliźniacze, warstwy utworzone z sensorów piezoelektrycznych, ułożonych w postaci regularnej siatki, przy czym każda para sensorów piezoelektrycznych jest usytuowana tak, że w rzucie prostopadłym do wybranej płaszczyzny płata kompozytu oba sensory pokrywają się. Każda para sensorów jest połączona z systemem przetwarzania sygnału napięciowego.

Sensory piezoelektryczne są przytwierdzone na powierzchniach zewnętrznych płata wyrobu kompozytowego, lub wbudowane w wierzchnie warstwy płata.

Identyfikacja stanu konstrukcji może odbywać się zarówno w trakcie specjalnych testów jakościowych konstrukcji kompozytowej, przy z góry określonym wymuszeniu dynamicznym wywołującym sygnały w sensorach jak i w trakcie eksploatacji elementów konstrukcyjnych, kiedy to sygnały w sensorach są wywoływane wskutek drgań tych elementów.

Sposób według wynalazku zostanie bliżej objaśniony na przykładzie wykonania uwidocznionym na rysunku przedstawiającym na fig. 1 schemat warstwy złożonej z sensorów piezoelektrycznych, zaś na fig. 2 - wycinek płata w przekroju prostopadłym do powierzchni zewnętrznej, z sensorami umieszczonymi na dwóch zewnętrznych powierzchniach płata 1 skrzydła, a fig. 3 - wycinek płata z sensorami wbudowanymi w wierzchnie warstwy płata.

P r z y k ł a d

Na przeciwległych, powierzchniach wycinka nowego płata skrzydła samolotu przytwierdzono dwie bliźniacze warstwy utworzone z sensorów piezoelektrycznych, umożliwiające pomiar sygnałów napięciowych dla każdej ich pary, przy czym każdą parę sensorów piezoelektrycznych połączono z systemem przetwarzania sygnałów, umożliwiającym wyznaczenie określonego, dla każdej pary sensorów, wskaźnika. Następnie wprowadzono ten wycinek płata w drgania, odpowiadające w przybliżeniu drganiom, jakie występować będą w warunkach eksploatacyjnych i po przetworzeniu sygnałów napięciowych, wyznaczono miarę opartą na ich różnicy dla każdej pary sensorów. W trakcie lotu określano ten wskaźnik w czasie rzeczywistym dla poszczególnych par sensorów, do momentu stwierdzenia odchyłki, sygnalizującej delaminację w okolicy miejsca wyznaczonego przez parę sensorów.

Układ do wykrywania delaminacji wycinka płata 1 skrzydła samolotu stanowią dwie bliźniacze warstwy utworzone z 31 sensorów piezoelektrycznych 2 ułożonych w czterech wzajemnie równoległych rzędach i trzech rzędach prostopadłych do poprzednich rzędów. Takie ustawienie sensorów piezoelektrycznych 2 umożliwia pomiar odkształceń w dwu prostopadłych kierunkach. Poszczególne pary sensorów piezoelektrycznych 2 zostały połączone z systemem przetwarzania sygnałów napię-

ciowych na odpowiednie wskaźniki, nie pokazanym na rysunku. Sensory piezoelektryczne **2** są przyklejone trwale do dwóch zewnętrznych powierzchni płata **1** skrzydła, przy czym poszczególne pary sensorów piezoelektrycznych **2** pokrywają się, patrząc w kierunku prostopadłym do górnej płaszczyzny płata **1**.

Jak pokazano na fig. 3 sensory piezoelektryczne **2** są wbudowane w wierzchnie warstwy płata **1** skrzydła i umieszczone bezpośrednio pod powierzchnią laminatu.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wykrywania delaminacji struktur kompozytowych, **znamienny tym**, że umieszcza się na płacie struktury kompozytowej dwie bliźniacze warstwy, utworzone przez, korzystnie regularną, siatkę w czujników piezoelektrycznych, a następnie przy z góry zaprojektowanym wymuszeniu dynamicznym struktury kompozytowej, określa się miarę opartą na różnicy sygnałów napięciowych każdej pary sensorów usytuowanych naprzeciwko siebie, po czym w trakcie eksploatacji dokonuje się ustalenia odchyłek od pierwotnie ustalonej miary sygnałów napięciowych, które to sygnały są wytwarzane w wyniku drgań płata struktury kompozytowej.

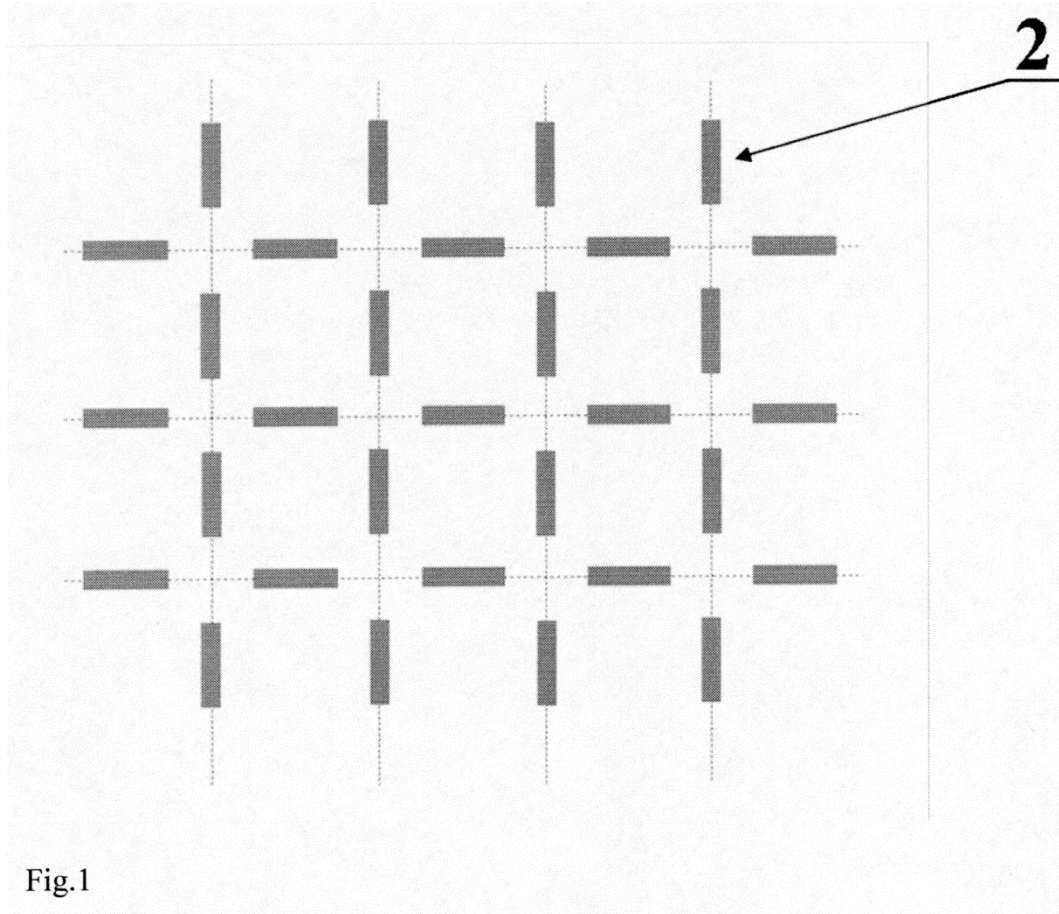
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że rejestracja sygnałów napięciowych następuje w trakcie drgań powstałych w czasie eksploatacji struktury kompozytowej.

3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że określenie miary opartej na różnicy sygnałów napięciowych odbywa się czasie rzeczywistym, na podstawie bieżących pomiarów.

4. Układ do wykrywania delaminacji struktur kompozytowych zawierający sensory rejestrujące sygnały napięciowe generowane wskutek drgań, **znamienny tym**, że stanowią go dwie bliźniacze, i identycznie zorientowane, warstwy zestawione z sensorów piezoelektrycznych (**2**), ułożonych w postaci regularnej siatki i rozmieszczone na powierzchniach zewnętrznych płata (**1**) wyrobu kompozytowego, a ponadto każda para sensorów piezoelektrycznych (**2**) jest połączona z systemem przetwarzania sygnałów napięciowych i usytuowana jest tak, że w rzucie prostopadłym do wybranej płaszczyzny w płacie (**1**) kompozytu, oba sensory piezoelektryczne (**2**) pokrywają się, przy czym sensory piezoelektryczne (**2**) są przytwierdzone do powierzchni płata (**1**) struktury kompozytowego.

5. Układ według zastrz. 4, **znamienny tym**, że sensory piezoelektryczne (**2**) są wbudowane w wierzchnie warstwy płata (**1**) struktury kompozytowej.

Rysunki



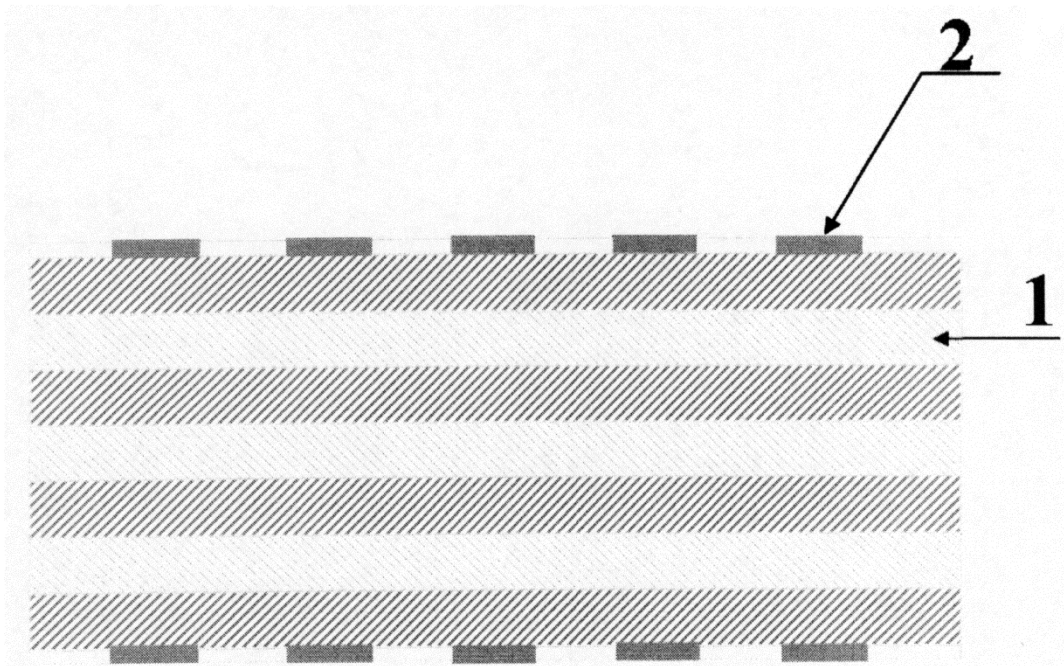


Fig. 2

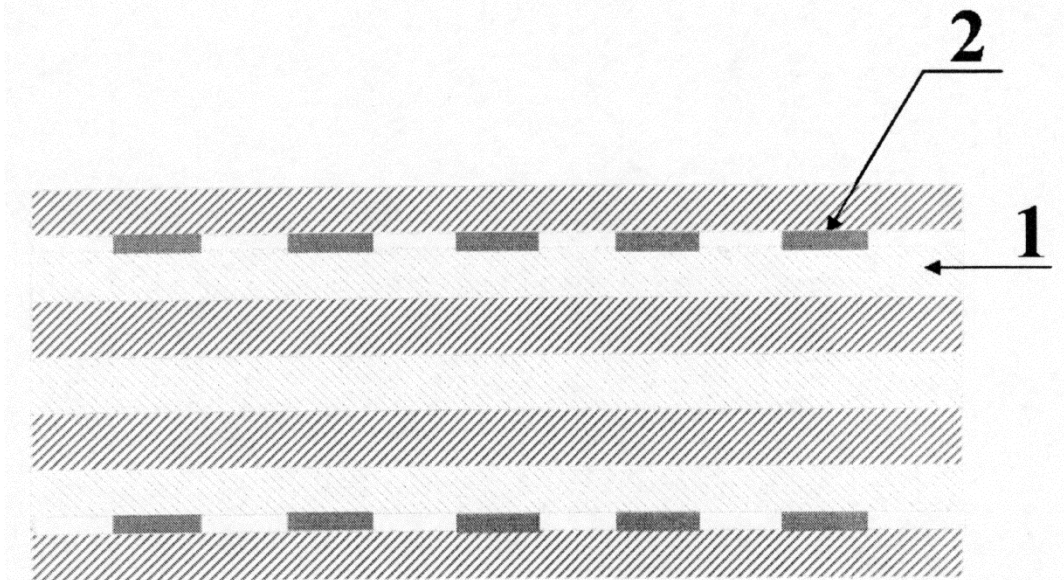


Fig. 3

