

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 967 330 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.12.1999 Patentblatt 1999/52

(51) Int. Cl.⁶: **E01D 1/00**, E01D 15/12,
E01D 101/30, E01D 101/40

(21) Anmeldenummer: **99109576.1**

(22) Anmeldetag: **14.05.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **27.06.1998 DE 19828835**

(71) Anmelder: **DORNIER GmbH
88039 Friedrichshafen (DE)**

(72) Erfinder:
• **Füssinger, Reinhold
88048 Friedrichshafen (DE)**
• **Graf, Friedrich
88718 Daisendorf (DE)**

(74) Vertreter:
**Landsmann, Ralf, Dipl.-Ing.
Dornier GmbH
LHG
88039 Friedrichshafen (DE)**

(54) **Zugstab zur Verwendung als Gurt für Brücken**

(57) Zugstab (2) zur Verwendung als Gurt für Brücken, dessen Mittelteil (6) aus Faserverbundwerkstoff und dessen Enden (8) aus metallischem Werkstoff

bestehen und beide Teile mittels einer geklebten Schäftung (14) verbunden sind.



EP 0 967 330 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Zugstab zur Verwendung als Gurt für Brücken, dessen Mittelteil aus Faserverbundwerkstoff und dessen Enden aus metallischem Werkstoff bestehen.

[0002] Faserwerkstoffe haben im Verhältnis zu ihrer spezifischen Dichte hohe Steifigkeit und Festigkeit. Diese Eigenschaft macht sie besonders für Leichtbauanwendungen interessant. Vorteile ergeben sich insbesondere, wenn man die Faser in ihrer Längsrichtung auf Zug beanspruchen kann.

[0003] Bauelemente dieser Art werden in der Regel von örtlich konzentrierten Kräften beaufschlagt, die oft auch noch verschiedene Richtungen im Raum haben.

[0004] Entwickelt man ein in dieser Weise beanspruchtes Bauteil in Faserbauweise, stellt die Krafteinleitung in die Fasern ein Problem dar, das in der Regel mit großem Aufwand gelöst werden muß. Diese aufwendigen Lösungen sind entsprechend teuer, so daß sie für die Anwendungen außerhalb der Luft- und Raumfahrt nur selten gewählt werden. Außerdem geht bei mehrachsigen Spannungszuständen ein großer Teil der Vorteile der Faserwerkstoffe verloren.

[0005] Bekannt sind z. B. Wickeltechniken, bei denen die Fasern am Ende um ein Metallauge gewickelt werden. Dies ist eine in der Herstellung, Qualitätssicherung und Lebensdauerüberwachung sehr teure Methode.

[0006] Weiter sind Methoden bekannt, bei denen die Enden der Fasern in einem Konus geklemmt werden, der durch die Zugkraft kraftschlüssig belastet wird.

[0007] Weiterhin sind für einfache Anforderungen auch geklebte Schäftungen zwischen Faserverbund und Metallbeschlägen bekannt, die aber bei Primärbauteilen und hohen Belastungen zusätzlich durch Schrauben oder Nieten abgesichert werden, um beim Versagen der Klebeverbindung die Last übernehmen zu können.

[0008] An mobile Brücken werden sehr hohe Anforderungen bezüglich Gewicht, Abmessungen, Steifigkeit und Festigkeit gestellt, so daß eigentlich der Einsatz von Faserverbundwerkstoffen geboten ist. Vier Probleme stellen sich jedoch der Verwendung von Faserverbundwerkstoffen entgegen.

- Die relativ große Empfindlichkeit gegen mechanische Beschädigung.
- Mobile Brücken müssen in transportable Einheiten zerlegt werden. Das bedeutet, daß große, konzentrierte Kräfte wiederholt in die Strukturen aus- und eingeleitet werden müssen.
- Eine Brückenstruktur kann aus praktischen und wirtschaftlichen Überlegungen nur in relativ großen Abständen auf Schäden untersucht werden, d.h., die Struktur muß zuverlässig, fehlertolerant und gut überprüfbar sein.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Zugstab aus Faserverbundwerkstoff zur Verwendung als Gurt für mobile Brücken zu schaffen. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des Hauptanspruchs gelöst; die Unteransprüche betreffen vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0010] Gegenstand der Erfindung ist die Kraftein- oder Ausleitung in einen Faserverbund durch eine erfindungsgemäß gestaltete Schäftung mit folgenden Eigenschaften:

- Die Kosten betragen nur ein Bruchteil einer gewickelten Lösung:
 - Der Faserverbund kann preiswert hergestellt werden; die Herstellung kann automatisiert werden.
 - Die Metallendbeschläge sind ebenfalls einfach herzustellende Bauteile.
 - Die Verklebung der Teile ist durch die Geometrie ebenfalls kostengünstig und kann automatisiert werden.
 - Ein Gurt besteht nur aus zwei verschiedenen Einzelteilen, die damit in entsprechenden großen Stückzahlen hergestellt werden können.
- Durch die metallenen Endbeschläge an den mechanisch hochbelasteten Kuppelstellen ist sichergestellt, daß der Faserverbund beim Kuppeln nicht mechanisch beschädigt wird.
- Die vorgeschlagene Lösung ist gut geeignet zur wiederholten Ein- und Ausleitung von Kräften ohne die Konstruktion dadurch extrem zu verteuern oder die Vorteile des Faserverbundes infrage zu stellen.
- Die Gurte sind zuverlässig, fehlertolerant und gut überprüfbar:
 - Die Zuverlässigkeit des Gurtes hängt im hohen Maß von der Qualität der Klebung bei der Herstellung ab. Durch den Aufbau der Gurte aus einzeln gefertigten Elementen einfachster Geometrie, sind die Gurte nach jedem Arbeitsschritt mit üblichen Verfahren wie Ultraschall oder Röntgen 100% prüfbar.
 - Die Zuverlässigkeit des Gurtes hängt auch von einer eventuellen Alterung der Klebung im Betrieb durch Eindringen von Wasserdampf ab. Durch die Gestaltung der Schäftung sind die hochbelasteten, großflächigen Klebeverbindungen der Schäftung zur Umgebung durch die Metallbeschläge gegen das Eindringen von Wasserdampf hervorragend geschützt. Die

seitlichen sehr kleinen Flächen lassen sich mit bekannten Verfahren schützen, z. B. mittels einer aufgeklebten Metallfolie mit 0,1 bis 0,3 mm Stärke.

- Beim Versagen einzelner Elemente ist durch den schichtweisen Aufbau sichergestellt, daß sich Risse nicht weiter ausbreiten können.
- Die Gurte sind auch als Doppel- oder Mehrfachgurt mit den gleichen Prüfverfahren wie während der Fertigung überprüfbar.

[0011] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Fig. näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 und 2 je einen Einzelgurt mit einander zugewandtem geschäftetem CFK-Verbund.

Fig. 3 einen Doppelgurt, der aus den Einzelgurten von Fig. 1 und Fig. 2 zusammengeklebt ist.

Fig. 4 eine Draufsicht auf den Doppelgurt von Fig. 3

Fig. 5 einen Schnitt entlang A - A von Fig. 4

Fig. 6 einen Schnitt entlang B - B von Fig. 4

Fig. 7 einen Schnitt entlang C - C von Fig. 4

Fig. 8 einen Mehrfachgurt, der aus drei miteinander verklebten Doppelgurten von Fig. 3 und 4 besteht und

Fig. 9 einen Schnitt entlang D - D von Fig. 8

[0012] Die Fig. 1, 2, 3, 4 und 8 sind zeichnerisch so auf dem Blatt angeordnet, daß das Verständnis erleichtert wird, weil Fig. 4 eine Draufsicht auf jeden einzelnen der darüber dargestellten Gurte ist.

[0013] Fig. 1 zeigt einen Zugstab 2 als Einzelgurt 4, dessen Mittelteil aus Faserverbundwerkstoff 6 besteht und dessen Endteile 8 Metallaschen 10 sind, die jeweils eine Bohrung oder ein Auge 12 (Fig. 4) aufweisen.

[0014] Metallasche 10 und Faserverbundwerkstoff 6 sind mittels einer geklebten Schäftung 14 (Klebeverbindung) miteinander verbunden. Fig. 1 und 2 zeigen je einen Einzelgurt 4 mit einander zugewandtem geschäftetem CFK-Verbund. Durch Verklebung der Einzelgurte von Fig. 1 und 2 entsteht der Doppelgurt 16 von Fig. 3. Grundsätzlich sind die beiden Einzelgurte 4 von Fig. 1 und Fig. 2 gleich. Die unterschiedlich verlaufende Schäftung 14 wird erreicht durch Drehen des Gurtes 4 von Fig. 2 um die Längsachse gegenüber dem Gurt 4 von Fig. 1.

[0015] Für den Doppelgurt 16 von Fig. 3 und Fig. 4

als Draufsicht sind Schnitte entlang A - A, B - B und C - C in Fig. 5, 6 und 7 gezeigt. Außerdem ist den Fig. zu entnehmen, daß der Schäftungsbereich 18 wesentlich länger ist als die Dicke des Zugstabs. Der Schäftungsbereich ist beispielsweise 50 mal länger als die Dicke des Zugstabs. Nach den dünnen Seiten hin laufen die Schäftungen schneidenförmig aus.

[0016] In Fig. 8 ist ein Mehrfachgurt 20 gezeigt, der aus drei Doppelgurten von Fig. 3 geklebt ist. Fig. 9 zeigt einen Schnitt im Bereich der Schäftung 18.

[0017] Ein Ausführungsbeispiel eines typischen Einzelgurtes 4 von Fig. 1 oder 2 hat eine

Dicke von	10 - 20 mm,
eine Breite von	130 - 200 mm und
eine Länge von	5 - 10 m.

[0018] Der Faserverbund besteht überwiegend aus längsorientierter Kohlefaser mit warmaushärtender Epoxydharzmatrix. Die Metallbeschläge sind aus Stahl, Titan oder Aluminium. Als Klebeverbindung wird warmaushärtender Kleber auf Trägergewebe min. 120° C - System verwendet.

Patentansprüche

1. Zugstab zur Verwendung als Gurt für Brücken, dessen Mittelteil aus Faserverbundwerkstoff und dessen Enden aus metallischem Werkstoff bestehen und beide Teile mittels einer geklebten Schäftung verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Bereich der Schäftung (18) die Querschnitte des Faserverbundteils und des Metallteils (10) rechteckig sind und in ihrem Querschnittsverlauf gleich sind, dass die Schäftung (18) wesentlich länger ist als die Dicke des Zugstabs im Bereich der Schäftung und dass die Schäftungen des Faserverbundteils und des Metallteils an den dünnen Seiten schneidenförmig auslaufen.
2. Zugstab nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Länge der Schäftung (18) zur Dicke des Zugstabs im Bereich der Schäftung 50 : 1 beträgt.
3. Zugstab nach Ansprüchen 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei oder mehr Einzelgurte (4) zu Doppel- oder Mehrfachgurten verklebt sind.

