



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	101997900612385
Data Deposito	18/07/1997
Data Pubblicazione	18/01/1999

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	01	L		
Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
B	60	K		

Titolo

SISTEMA PER CONTROLLARE LO STATO DI SOLLECITAZIONE DI BOMBOLE AD ALTA PRESSIONE, PARTICOLARMENTE BOMBOLE DI GAS METANO PER AUTOVEICOLI.

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Sistema per controllare lo stato di sollecitazione di bombole ad alta pressione, particolarmente bombole di gas metano per autoveicoli",

di: C.R.F. Società Consortile per Azioni,
nazionalità italiana, Strada Torino, 50 - 10043
Orbassano (Torino)

Inventori designati: INNOCENTI Gianfranco; CONTI
Luigi

Depositata il: 18 Luglio 1997

TO 97A 000654

TESTO DELLA DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce in generale alle bombole ad alta pressione, e più particolarmente alle bombole di gas metano per autotrazione.

Queste bombole, progettate per pressioni massime dell'ordine di 200 bar, possono essere realizzate secondo tre tecniche costruttive:

1. Monolitiche metalliche: sono prodotte in acciaio od alluminio per estrusione/formatura a caldo (non sono ammesse bombole saldate).

2. Parzialmente composite: le bombole sono sempre monolitiche di acciaio od alluminio ma gli spessori della parete non sono tali da sopportare il carico massimo; viene aggiunto un rinforzo

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

costituito da un avvolgimento in fibra di vetro che consente di raggiungere le caratteristiche di resistenza richieste.

3. Totalmente composite: un liner in materiale termoplastico viene avvolto con fibre di carbonio e di vetro a cui, pertanto, é demandata la funzione di resistere a tutto il carico imposto dalla pressione; il liner assolve alle funzioni di supporto per gli avvolgimenti e di elemento a tenuta stagna (le fibre presentano porosità e, pertanto, il gas potrebbe trafilare).

In base alle normative vigenti in materia, in alcuni Paesi sono ammesse soltanto bombole del tipo 1, mentre in altri Paesi é consentito anche l'impiego di bombole del tipo 2 e 3. La preclusione all'impiego delle bombole parzialmente o totalmente in composito é legata alle difficoltà di effettuare il calcolo strutturale delle stesse, richiesto dalle legislazioni vigenti, oltre alla prove di tenuta e scoppio. In effetti, alcuni incidenti verificatisi in tempi recenti sembrano giustificare la maggiore cautela di talune legislazioni nazionali.

La presente invenzione é diretta particolarmente alle bombole di tipo 2 o 3, cioè il cui corpo é almeno parzialmente di materiale composito, ed ha lo scopo di superare la criticità

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUIX
s.r.l.

di tali bombole dovuta alle incertezze del calcolo strutturale. Più particolarmente, lo scopo della presente invenzione é quello di realizzare un sistema di controllo avente la capacità di indicare lo stato di sollecitazione locale del corpo della bombola su tutta la sua superficie.

Un ulteriore scopo dell'invenzione é quello di realizzare un sistema di controllo in grado di assolvere ad altre funzioni, come ad esempio l'indicazione dello stato residuo della carica di gas (riserva), oltre al monitoraggio continuo delle condizioni di sicurezza sia meccaniche, sia termiche durante l'utilizzo.

Secondo l'invenzione, questi scopi vengono raggiunti mediante un sistema per controllare lo stato di sollecitazione di bombole ad alta pressione, particolarmente bombole di gas metano per autoveicoli, comprendenti un corpo almeno parzialmente di materiale composito, caratterizzato dal fatto che comprende:

- almeno un sensore a fibra ottica continua avvolta sulla bombola ed incorporata in detto materiale composito, detta fibra ottica includendo elementi riflettivi a reticolo di Bragg intervallati ed aventi date lunghezze d'onda di riflessione in condizione indeformata,

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

- un trasmettitore a sorgente ottica per inviare alla fibra ottica una radiazione luminosa,
- un rivelatore elettro-ottico della radiazione luminosa retroriflessa da detti reticoli di Bragg, e
- mezzi analizzatori connessi operativamente a detto rivelatore elettro-ottico per confrontare le lunghezze d'onda della radiazione retroriflessa da detti reticoli di Bragg con dette date lunghezze d'onda e per segnalare eventuali variazioni.

La fibra ottica é convenientemente inclusa nel suddetto materiale composito all'atto della fabbricazione della bombola.

L'invenzione verrà ora descritta dettagliatamente con riferimento al disegno annesso, fornito a puro titolo di esempio non limitativo, che mostra in forma diagrammatica un sistema di controllo secondo l'invenzione applicato ad una bombola per gas ad alta pressione.

Con riferimento al disegno, con 1 é indicata una bombola per gas ad alta pressione, ad esempio per gas metano per autotrazione, formata da un corpo monolitico metallico interno 2, normalmente in acciaio, e da un rinforzo esterno di materiale composito 3 includente, in modo convenzionale, un avvolgimento in fibra di vetro.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

Una sottile fibra ottica, avente un diametro ad esempio di alcuni centesimi di millimetro ed inserita con le fibre costituenti l'avvolgimento e quindi incorporata nello strato di materiale composito 3, è avvolta secondo un andamento sostanzialmente elicoidale sulla bombola 1.

La fibra ottica 4 definisce un sensore ottico del tipo quasi-distribuito, grazie al fatto che essa include una pluralità di elementi riflettivi a reticolo di Bragg $5_1, 5_2, 5_3, \dots, 5_n$, disposti ad intervalli prestabiliti ed aventi ciascuno una data lunghezza d'onda di riflessione in condizione indeformata. Tale lunghezza d'onda in condizione indeformata può essere uguale oppure diversa per i vari reticoli di Bragg.

La conformazione dei reticoli di Bragg (Fiber Bragg Grating, FBG) ed il relativo principio di funzionamento sono ben noti nella tecnica, ad esempio dai brevetti US-5,048,913 e US-5,042,897, così come ben noto è il metodo di incisione di tali reticoli di Bragg in fibre ottiche, ad esempio dai brevetti US-4,807,950 e US-5,367,588. In breve, tali reticoli di Bragg consistono in elementi riflettivi in cui la lunghezza d'onda della radiazione luminosa riflessa varia allorché la sezione di fibra ottica che li contiene viene sollecitata meccanicamente, ad

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

esempio sottoposta a trazione, oppure sottoposta ad una variazione di temperatura. Conseguentemente, analizzando e confrontando la lunghezza d'onda della radiazione luminosa riflessa con la lunghezza d'onda corrispondente alla condizione indeformata dei reticoli di Bragg, si ottiene un'indicazione relativa al fatto che le corrispondenti zona della fibra ottica -e quindi della bombola 1- sono o meno sottoposte ad una sollecitazione meccanica oppure ad una variazione di temperatura.

Per realizzare quanto precede, il sistema secondo l'invenzione comprende un trasmettitore a sorgente ottica 6 collegato ad un primo ramo 4a della fibra ottica 4 per l'emissione, attraverso un accoppiatore ottico 6, di una radiazione luminosa, attraverso la fibra ottica 4 stessa. La porzione della radiazione luminosa retro-riflessa da ciascuno dei reticoli di Bragg 5_1 , 5_2 , 5_3 , ... 5_n , viene inviata, attraverso l'accoppiatore ottico 7 ed un secondo ramo 4b della fibra ottica 4, ad un rivelatore elettro-ottico 8 a sua volta connessa ad un'unità elettronica di elaborazione 9.

In pratica la fibra ottica 4 consente di rilevare e trasformare in un segnali elettrici codificati le condizioni locali di sollecitazione meccanica e/o termica del serbatoio 1. L'unità di

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

elaborazione 9 è predisposta per decodificare i segnali in base a caratteristiche spettrali e per fornire una segnalazione nel caso in cui la lunghezza d'onda della radiazione retro-riflessa da uno o più dei reticoli di Bragg $5_1, 5_2, 5_3, \dots 5_n$ non corrisponda alla relativa lunghezza d'onda di riflessione in condizione indeformata, consentendo inoltre l'immediata individuazione del o dei reticoli di Bragg interessati.

Qualora che le lunghezze d'onda di riflessione in condizione indeformata dei reticoli di Bragg $5_1, 5_2, 5_3 \dots 5_n$ siano diverse fra loro, il trasmettitore a sorgente ottica 6 è predisposto per trasmettere la radiazione luminosa in modo continuo, ed i segnali del rivelatore elettro-ottico 8 saranno vagliati dall'unità elettronica di elaborazione 9 nel dominio delle lunghezze d'onda.

E' anche prospettabile una realizzazione della fibra ottica 4 in cui le lunghezze d'onda di riflessione in condizione indeformata dei reticoli di Bragg $5_1, 5_2, 5_3 \dots 5_n$ siano fra loro uguali. In tal caso il trasmettitore a sorgente ottica 6 sarà predisposto per trasmettere la radiazione luminosa in modo pulsato, ed i segnali del rivelatore elettro-ottico 8 saranno vagliati dall'unità elettronica di elaborazione 9 nel dominio del tempo.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLO D'OUX
s.r.l.

Le funzioni ed i vantaggi del sistema secondo l'invenzione possono essere riassunti in quanto segue.

A livello costruttivo: una volta costruita la bombola 1 è possibile rilevare durante il collaudo individuale (effettuato, genericamente, caricando la bombola con olio in pressione) la correlazione fra la pressione interna e lo stato di sollecitazione delle fibre dell'avvolgimento, altrimenti incognito ovvero calcolato con un discreto livello di incertezza. Inoltre, la costruzione delle bombole parzialmente composite (corrispondenti a quelle del tipo 2 indicato in precedenza) prevede un'operazione, denominata "autofrettage", consistente nell'applicare, dopo aver effettuato l'avvolgimento della fibra di rinforzo, una pressione all'interno della bombola tale da portare la parete interna metallica in intimo contatto con l'avvolgimento stesso. Tale operazione è necessaria per far svolgere correttamente all'avvolgimento la sua funzione di rinforzo strutturale, ma presenta un certo grado di indeterminazione, in quanto il materiale metallico della bombola, per raggiungere in modo definitivo il suddetto contatto, deve essere portato al limite di snervamento. Con la pratica corrente, però, non è dato sapere con sufficiente

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

sicurezza se tale limite sia stato effettivamente raggiunto e in quale misura il contatto con l'avvolgimento determini una condizione di precarico dello stesso. Il sistema secondo l'invenzione consente di monitorare l'operazione di "autofrettage" e di verificarne la correttezza.

A livello di sistema diagnostico per la sicurezza: il monitoraggio continuo consente di rilevare istantaneamente le condizioni meccaniche e/o termiche (in particolare incendio) potenzialmente pericolose e di attuare automaticamente gli interventi previsti (apertura elettrovalvole di scarico del gas).

A livello di indicazione utile: la pressione interna della bombola costituisce un segnale utile per indicare lo stato di carica residua della bombola, cioè, nel caso di bombole di gas metano per autotrazione, la riserva di carburante disponibile.

A livello di controllo periodico richiesto dalla legge: normative attualmente vigenti in relazione alle bombole di gas metano per autoveicoli impongono di effettuare periodicamente (ad esempio ogni cinque anni) un controllo di tenuta della bombola, il che ne richiede la rimozione dal veicolo per le necessarie prove. Questa pratica costituisce una complicazione non indifferente per l'utente, e

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

soprattutto non fornisce indicazioni sullo stato reale di affaticamento della bombola. Con il sistema secondo l'invenzione questa pratica risulterebbe inutile, poiché il segnale della fibra ottica in funzione della pressione all'interno della bombola è più che sufficiente ad indicare la condizione della stessa.

Naturalmente i particolari di costruzione e le forme di realizzazione potranno ampiamente variati rispetto a quanto descritto ed illustrato, senza per questo uscire dall'ambito della presente invenzione, così come definita nelle rivendicazioni che seguono.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

RIVENDICAZIONI

1. Sistema per controllare lo stato di sollecitazione di bombole ad alta pressione, particolarmente bombole di gas metano per autoveicoli, comprendenti un corpo (1) almeno parzialmente di materiale composito (3) caratterizzato dal fatto che comprende:

- almeno un sensore a fibra ottica continua (4) avvolta sulla bombola (1) ed incorporata in detto materiale composito (3), detta fibra ottica (4) includendo elementi riflettivi a reticolo di Bragg ($5_1, 5_2, 5_3 \dots 5_n$) intervallati ed aventi date lunghezze d'onda di riflessione in condizione indeformata,

- un trasmettitore a sorgente ottica (6) per inviare alla fibra ottica (4) una radiazione luminosa,

- un rivelatore elettro-ottico (8) della radiazione luminosa retroriflessa da detti reticoli di Bragg ($5_1, 5_2, 5_3 \dots 5_n$), e

- mezzi analizzatori (9) connessi operativamente a detto rivelatore elettro-ottico (8) per confrontare le lunghezze d'onda della radiazione retroriflessa da detti reticoli di Bragg ($5_1, 5_2, 5_3 \dots 5_n$) con dette date lunghezze d'onda e per segnalare eventuali variazioni.

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

2. Sistema secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta fibra ottica (4) è inclusa nel suddetto materiale composito (3) all'atto della fabbricazione della bombola (1).

3. Sistema secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che le suddette date lunghezze d'onda di riflessione in condizione indeformata dei suddetti reticoli di Bragg ($5_1, 5_2, 5_3 \dots 5_n$) sono diverse fra loro e detto trasmettitore a sorgente ottica (6) è predisposto per inviare alla fibra ottica (4) detta radiazione luminosa in modo continuo.

4. Sistema secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che le suddette date lunghezze d'onda di riflessione in condizione indeformata dei suddetti reticoli di Bragg ($5_1, 5_2, 5_3 \dots 5_n$) sono uguali fra loro e detto trasmettitore a sorgente ottica (6) è predisposto per inviare alla fibra ottica (4) detta radiazione luminosa in modo pulsato.

5. Sistema sostanzialmente come descritto ed illustrato e per gli scopi specificati.

Ing. Franco BIZZU
N. 259
(in proprio e per gli altri)

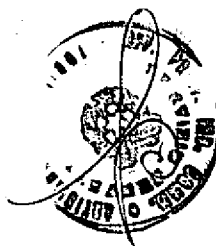
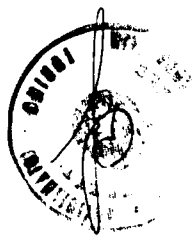
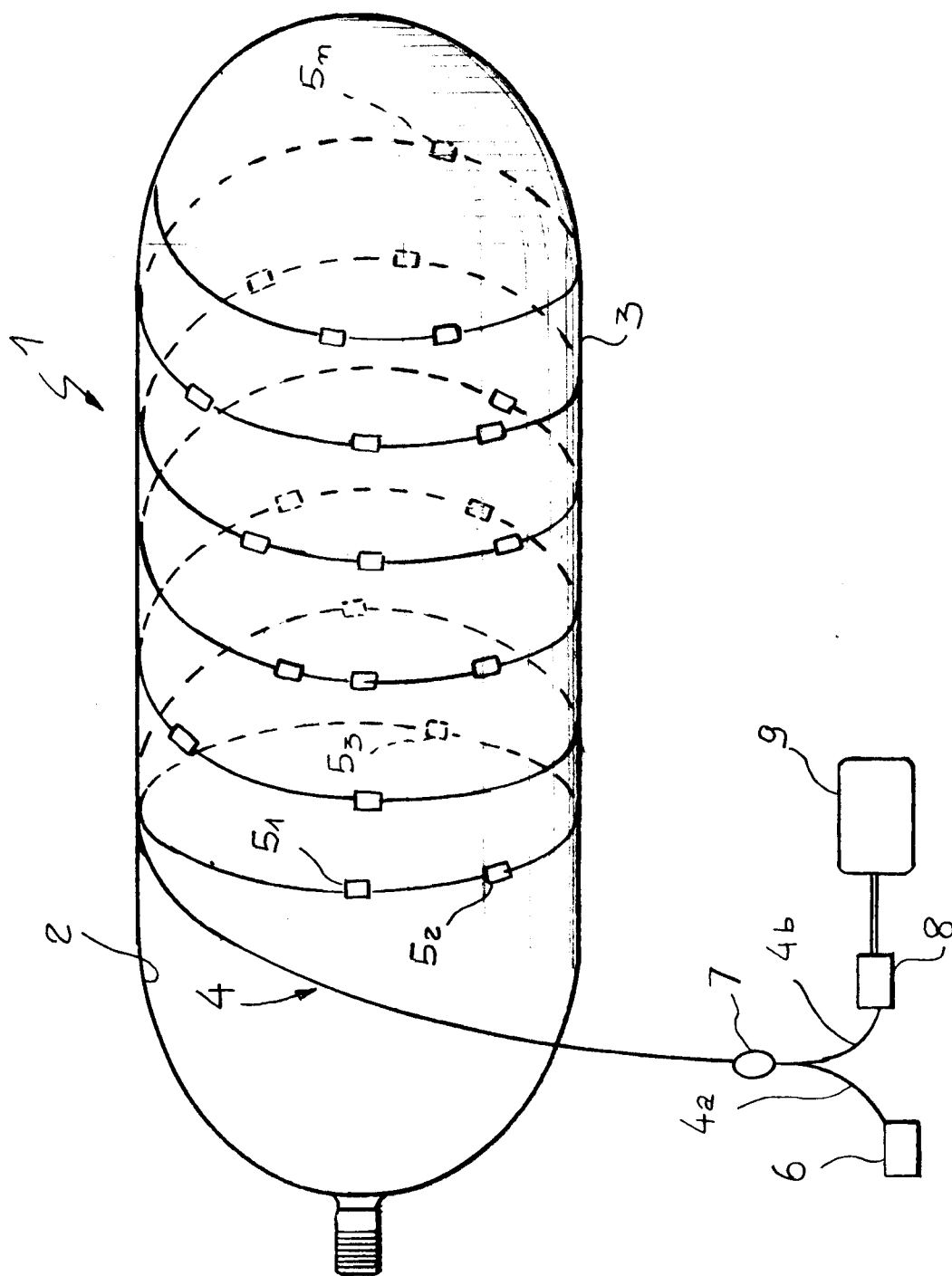


Fig. 9.



Ing. Franco BUZZI
 M. iscriz. ALBO 259
 (il proprio e per gli altri)