



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	102015000019098
Data Deposito	29/05/2015
Data Pubblicazione	29/11/2016

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	01	K		
Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	01	K		
Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	01	K		
Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	01	K		
Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	16	B		

Titolo

ELEMENTO DI FISSAGGIO, USO DI UN SENSORE INTEGRATO NELL'ELEMENTO DI FISSAGGIO E METODO PER RILEVARE UN FLUSSO TERMICO ALL'INTERNO DI ORGANI MECCANICI

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

"ELEMENTO DI FISSAGGIO, USO DI UN SENSORE INTEGRATO
NELL'ELEMENTO DI FISSAGGIO E METODO PER RILEVARE UN FLUSSO
TERMICO ALL'INTERNO DI ORGANI MECCANICI"

1) POGGIPOLINI S.R.L.

di nazionalità italiana

con sede: VIA EMILIA, 262

SAN LAZZARO DI SAVENA (BO)

2) ISANIK S.R.L.

di nazionalità italiana

con sede: VIA DELLE QUERCE, 73

AZZANO MELLA (BS)

Inventori: LANZANI Federico, POGGIPOLINI Michele

* * *

La presente domanda di brevetto è relativa a un elemento di fissaggio, l'uso di un sensore integrato nell'elemento di fissaggio e a un metodo per rilevare un flusso termico all'interno di organi meccanici su cui è montato un elemento di fissaggio secondo la presente invenzione.

È nota l'integrazione di sensori all'interno di viti per il controllo del corretto serraggio e/o delle deformazioni della vite stessa; ad esempio, mediante sistemi ad ultrasuoni od estensimetri.

Nel caso in cui le viti siano installate in prossimità di motori o di aree in cui si generano attriti per lo scorrimento relativo di due o più organi meccanici (ad esempio in supporti di grossi cuscinetti o di grandi navi/organi di trasmissione), le viti del tipo noto non sono in grado di segnalare eventuali malfunzionamenti.

A questo proposito, si osserva che, all'interno di corpi solidi di organi meccanici il flusso termico si trasmette principalmente per conduzione. Le linee di flusso sono le traiettorie secondo le quali il calore si trasmette per conduzione all'interno di un corpo solido dalle isoterme più calde verso le isoterme più fredde. Dato che il flusso termico è un vettore con una direzione ed una certa ampiezza, per riuscire a misurare tale vettore occorre inserirsi sulle linee di flusso e capire quanto vale la differenza di temperatura lungo queste linee di flusso.

In particolare, una stima del flusso termico che attraversa un organo meccanico può essere ottenuta misurando la differenza di temperatura che si crea lungo una linea di propagazione del flusso termico.

Scopo della presente invenzione è quello di fornire un elemento di fissaggio comprendente un elemento sensibile atto a determinare il flusso termico all'interno di organi meccanici mediante il rilievo della differenza di

temperatura tra due differenti zone, l'elemento sensibile atto a rilevare la differenza di temperatura dell'elemento di fissaggio venendo posizionato in prossimità di un significativo flusso termico. La differenza di temperatura così rilevata sarà fortemente correlata al flusso termico.

Vantaggiosamente, per impedire rotture e/o incidenti, è opportuno installare a bordo di veicoli, come aeroplani o automobili, dei sistemi di monitoraggio e/o controllo che siano in grado di rilevare eventuali anomalie di funzionamento all'interno o in prossimità dei motori o di organi meccanici. Tuttavia su questo tipo di veicoli è difficoltoso, per motivi di pesi e ingombri, il posizionamento di sistemi di monitoraggio e/o controllo dedicati sia nel caso in cui debbano essere eseguite delle prove su banco sia durante l'utilizzo del veicolo.

Scopo della presente invenzione è quello di fornire un elemento di fissaggio il quale superi gli inconvenienti sopra descritti e sia in grado di monitorare il funzionamento di organi meccanici installati in prossimità di una fonte di calore, come ad esempio: la camera di scoppio di un motore; la presenza o la circolazione di fluidi caldi; attriti generati da accoppiamenti cinematici o da organi di frenatura.

Scopo della presente invenzione è quello di fornire un elemento di fissaggio, il quale sia di dimensioni e pesi

ridotti e sia atto ad applicarsi all'interno di sedi comuni e già previste in suddetti organi meccanici.

Nella presente descrizione si fa riferimento, in modo non limitativo, ad un elemento di fissaggio (come una vite o prigioniero) comprendente un elemento sensibile e un metodo di applicazione di tale elemento di fissaggio su un organo meccanico attraversato da un flusso termico. Naturalmente, tale elemento sensibile può essere integrato all'interno di elementi di fissaggio differenti dalle viti o prigionieri, come ad esempio tiranti o simili.

Scopo della presente invenzione è di fornire un uso di un elemento sensibile integrato nell'elemento di fissaggio ed un metodo per rilevare un flusso termico all'interno di organi meccanici.

Secondo la presente invenzione viene fornito un elemento di fissaggio, l'uso di un elemento sensibile ed un metodo come quelli citati nelle rivendicazioni allegate.

L'invenzione verrà ora descritta con riferimento ai disegni annessi, che ne illustrano un esempio di attuazione non limitativo, in cui:

- la figura 1 è una vista, parzialmente in sezione assiale, di un elemento di fissaggio secondo la presente invenzione;

- la figura 2 è un esploso di un particolare dell'elemento di fissaggio della figura 1;

- le figure 3 e 4 sono una vista in pianta e, rispettivamente, dal basso di una prima variante di un sensore secondo la presente invenzione;

- la figura 5 è uno schema elettrico della variante del sensore illustrata nelle figure 3 e 4;

- le figure da 6 a 8 sono viste in pianta di particolari di una seconda variante del sensore secondo la presente invenzione;

- la figura 9 è una vista laterale della seconda variante del sensore secondo la presente invenzione;

- la figura 10 è uno schema elettrico della seconda variante del sensore secondo la presente invenzione;

- la figura 11 illustra, in sezione longitudinale e con parti asportate per chiarezza, una prima variante di un elemento sensibile secondo la presente invenzione;

- la figura 12 è simile alla figura 11 ed illustra una seconda variante dell'elemento sensibile secondo la presente invenzione;

- la figura 13 è una vista, parzialmente in sezione longitudinale, di una prima variante dell'elemento di fissaggio secondo la presente invenzione;

- la figura 14 è una vista, parzialmente in sezione longitudinale, di una seconda variante dell'elemento di fissaggio secondo la presente invenzione; e,

- la figura 15 è una vista, parzialmente in sezione,

della prima variante dell'elemento di fissaggio in una configurazione operativa.

Nella figura 1, con 1 è indicato nel suo complesso un elemento di fissaggio nella forma di una vite 1 comprendente un corpo 2, il quale è cilindrico e presenta un asse longitudinale L, ed una testa 3. Secondo quanto illustrato nella figura 1, la vite 1 comprende, in modo noto, una flangia 4 la quale è integrata nella testa 3 e delimita l'inizio del corpo 2.

Preferibilmente, la vite 1 è fatta di un materiale a scelta tra un gruppo di materiali con elevata resistenza meccanica e comprendente: titanio; leghe nichel-cromo generalmente note come INCONEL®; acciaio inossidabile X1CrNiMoAlTi12-11-2 generalmente noto come MLX17®; acciaio inossidabile X1NiCrMoAlTi12-10-2 generalmente noto come MLX19®; e Acciai inossidabili classe PH (Precipitation Hardening) compreso tra 13-8 o 15-5 o 17-4; Acciaio con composizione Si, 19.00-21.00 Cr, 33.00-37.00 Ni, 9.00-11.00 Mo, 1.00 max. Ti, 0.01 B, 1.00 max Fe, Bal Co generalmente noto come MP35N®; acciai comprendenti nickel e cobalto generalmente noti come MARAGING® e/o VASCOMAX®, ad esempio MARAGING300 oppure AERMET®100; acciai AISI4340 e AISI304.

La vite 1 presenta una cavità 5. La cavità 5 è coassiale all'asse L. La cavità 5 attraversa la testa 3. La cavità 5 è atta ad alleggerire la vite 1 ma al contempo non

la indebolisce e non ne compromette la resistenza meccanica in modo apprezzabile. La cavità 5 presenta una sezione trasversale di forma circolare.

La cavità 5 si affaccia all'esterno della vite 1 attraverso una apertura 6 della testa 3 stessa. La cavità 5 presenta una porzione interna 7 ed una porzione terminale 8, la quale attraversa la testa 3 ed è interposta tra la porzione interna 7 e l'apertura 6. La porzione interna 7 della cavità 5 presenta delle dimensioni tali da permettere l'alloggiamento al proprio interno di un elemento sensibile 9, come verrà illustrato meglio in seguito. La porzione esterna 8 presenta delle dimensioni tali da permettere l'alloggiamento di un connettore 22 od un dispositivo elettronico 26, come verrà illustrato meglio in seguito.

La vite 1 presenta, inoltre, una filettatura f esterna.

Preferibilmente la porzione terminale 8 della cavità 5 presenta un diametro superiore a quello della porzione interna 7.

La vite 1 comprende un elemento sensibile 9 il quale è inserito all'interno della cavità 5. L'elemento sensibile 9 è atto a rilevare la differenza di temperatura tra due zone A e B della vite 1, come verrà illustrato meglio in seguito. Secondo quanto illustrato nella figura 1 le zone A e B sono localizzate lungo la filettatura f ma potrebbero

essere disposte in modo differente a seconda delle particolari applicazioni della vite 1. Ad esempio, secondo una variante non illustrata, la zona A potrebbe essere disposta in prossimità della filettatura f, mentre la zona B è disposta in prossimità della testa 3.

In generale, l'elemento sensibile 9 comprende un sensore S e mezzi atti ad uniformare la temperatura tra ciascuna zona A e B e rispettive zone sensibili del sensore S.

Nella figura 2 con Sb è illustrato un sensore S comprendente un supporto 14 fatto di materiale elettricamente isolante e due porzioni 15, 16 ciascuna delle quali è fatta di materiali elettricamente conduttori ma con diversi coefficienti termoelettrici.

Il supporto 14 è a forma di lamina con un asse longitudinale M e presenta due facce 10 e 11 parallele tra loro. Il supporto 14 è interposto tra le porzioni 15 e 16. Ad esempio, il supporto 14 è fatto, in modo noto, di uno a scelta tra i seguenti materiali: resine FR-4, Kapton, PTFE, Polymide, allumina o ceramica. Le porzioni 15 e 16 sono fatte di materiali atti a formare delle coppie termoelettriche; ad esempio, la porzione 15 è fatta di costantana e la porzione 16 è fatta di rame.

Ciascuna porzione 15 e 16 è applicata ad una faccia 10 e, rispettivamente, 11 del supporto 14. La porzione 15

comprende una pista di costantana Pcc (ad esempio realizzata mediante la tecnica nota dei circuiti stampati). Analogamente, la porzione 16 comprende due piste di rame Pcr (ad esempio realizzate mediante la tecnica nota dei circuiti stampati).

Il supporto 14 presenta, inoltre una pluralità di fori 17 metallizzati e passanti, generalmente noti come *vias* (ad esempio realizzati mediante la tecnica nota dei circuiti stampati). I fori 17 sono realizzati in prossimità delle estremità della pista di costantana Pcc. Ciascuna estremità della pista di costantana Pcc è in comunicazione con una rispettiva pista di rame Pcr attraverso un rispettivo foro 17 metallizzato in modo da formare delle giunzioni 18 di termocoppia. Le giunzioni di termocoppia 18 disposte in corrispondenza della zona A sono indicate in seguito come giunzioni 18a, mentre le giunzioni di termocoppia 18 realizzate in corrispondenza della zona B sono indicate in seguito come giunzioni 18b. L'insieme formato dalla giunzione 18a, una pista di costantana Pcc, le piste di rame Pcr e la giunzione 18b forma una termocoppia 19.

Il sensore Sb comprende, inoltre, dei collegamenti 21 nella porzione 16 lato rame nella forma di piazzole di contatto ed un connettore 22 (illustrato nella figura 1) il quale è atto a collegarsi mediante dei cavi 20, in modo noto, ad una unità di controllo 23. I collegamenti 21 sono

realizzati nel lato rame del sensore Sb in modo da evitare di inserire delle termocoppie (giunzioni rame-costantana) aggiuntive; in altre parole, in modo da evitare delle giunzioni parassite indesiderate.

L'elemento sensibile 9 comprende, inoltre, due parti 12a e 12c fatte di materiale conduttore termico, le quali sono in contatto termico con il sensore Sb in corrispondenza della giunzione 18a e, rispettivamente, 18b.

Nel caso in cui le parti 12a e 12c stesse siano realizzate di materiale conduttore elettrico, l'elemento sensibile 9 comprende, inoltre, una coppia di fogli 13 isolanti elettrici ciascuno dei quali è applicato ad una rispettiva faccia 10 e 11 del supporto 14. I fogli 13 di isolante elettrico sono interposti tra il sensore Sb e le parti 12a e 12c; in alternativa, i fogli 13 di isolante elettrico possono essere sostituiti da rivestimenti isolanti (coating) applicati sul sensore Sb in corrispondenza delle zone A e B oppure sulla superficie delle parti 12a e 12c, in modo che il circuito elettrico dell'elemento sensibile 9 sia isolato dalle parti 12a e 12c.

Le parti 12a e 12c sono atte ad uniformare la temperatura delle giunzioni 18a e 18b con le zone A e B della vite 1.

Preferibilmente, l'elemento sensibile 9 comprende

delle parti 12b fatte di materiale isolante termico, ad esempio resina, le quali sono applicate all'esterno del sensore Sb e sono atte ad isolare termicamente tra loro le parti 12a e 12c e/o a centrare il sensore Sb stesso all'interno della cavità 5. Secondo quanto illustrato nella figura 2, la parte 12b fatta di isolante termico è interposta longitudinalmente tra le due parti 12a e 12c di materiale conduttore termico.

Secondo quanto illustrato nella figura 1, l'elemento sensibile 9 è inserito all'interno della cavità 5 ed è coassiale all'asse L. La giunzione 18a e la parte 12a sono disposte in corrispondenza della zona A della vite 1 (in prossimità del piede 25 della vite 1) mentre la giunzione 18b e la parte 12c sono disposte in corrispondenza della zona B. Il connettore 22 è disposto all'interno della porzione terminale 8 nella testa 3. Le dimensioni della porzione interna 7 e della porzione terminale 8 sono tali da permettere l'alloggiamento dell'elemento sensibile 9 e del connettore 22.

Nelle figure 3 e 4, con S' è indicata una particolare forma di attuazione del sensore S che comprende, in aggiunta ai componenti già descritti per il sensore Sb e che mantengono la stessa numerazione, una pluralità di piste di costantana Pcc adiacenti, il numero di piste di costantana Pcc adiacenti non è limitativo; in particolare,

la porzione 15 illustrata nella figura 3 comprende tre piste di costantana Pcc. La porzione 15 presenta, inoltre, una area Z1 ed un'area Z2 termicamente conduttrici che sono realizzate in prossimità della zona A e, rispettivamente, B.

Secondo quanto illustrato nella figura 4, la porzione 16 comprende una pluralità di piste di rame Pcr adiacenti, il numero di piste di rame Pcr è uguale al numero di piste di costantana Pcc. La porzione 16 illustrata nella figura 4 comprende tre piste di rame Pcr. In modo analogo alla porzione 15, la porzione 16 presenta, inoltre, una area Z3 ed un'area Z4 termicamente conduttrici che sono realizzate in prossimità della zona A e, rispettivamente, B.

Le aree Z1, Z2, Z3 e Z4 sono opzionali e sono atte a uniformare il più possibile la temperatura in corrispondenza delle rispettive zone A e B del sensore S' in modo da migliorare lo scambio termico con le zone A e B della cavità 5.

L'insieme formato da una giunzione 18a, le rispettive piste di costantana e rame Pcc e Pcr e la rispettiva giunzione 18b forma una termocoppia 19. Secondo quanto illustrato nelle figure 3 e 4, il sensore S' comprende tre termocoppie 19 collegate in serie tra loro per dare un segnale più alto. Nella figura 5 è illustrato lo schema elettrico del sensore S' illustrato nelle figure 3 e 4.

Nelle figure da 6 a 9 con S'' è indicata una ulteriore forma di attuazione del sensore S, si osserva che per i componenti in comune e già descritti per il sensore Sb e S' si mantiene la stessa numerazione. Il sensore S'' è multistrato.

In particolare, il sensore S'' comprende due supporti 14a e 14b fatti di materiale elettricamente isolante ed una porzione 15 fatta di materiale elettricamente conduttivo la quale è interposta tra i supporti 14a e 14b. Preferibilmente, la porzione 15 è fatta di costantana.

Il sensore S'' comprende due porzioni 16a e 16b fatte di rame applicate sul supporto 14a e, rispettivamente, 14b. La porzione 15 comprende complessivamente una pluralità di piste di costantana Pcc, in particolare cinque. Secondo quanto illustrato nelle figure 6 ed 8, la porzione 16a presenta tre piste di rame Pcr, mentre la porzione 16b presenta due piste di rame Pcr. La suddivisione delle piste di rame Pcr tra le porzioni 16a e 16b uniforma il più possibile la distribuzione termica all'interno del sensore S''. Inoltre, le porzioni 16a e 16b presentano dei collegamenti 21a e, rispettivamente, 21b con unità elettriche esterne. Il sensore S'' presenta cinque termocoppie.

Le porzioni 16a e 16b presentano delle piazzole R; R1, R2, R3, R4 le quali sono realizzate in corrispondenza sia

della zona A (R1 ed R3) sia della zona B (R2 ed R4). Le piazzole R sono termicamente conduttrici e sono atte a migliorare l'uniformità termica in corrispondenza delle rispettive zone A o B. Le piazzole R sono collegate ai collegamenti 21b; in particolare, le piazzole R1 e R2 sono collegate con R3 e R4 tramite dei vias 35 illustrati nella figura 9.

In aggiunta, la porzione 15 comprende un resistore 24 disposto in prossimità della zona A e collegato tramite vias 35 ai collegamenti 21b. Opzionalmente, è possibile installare sulle piazzole R delle resistenze riscaldanti, ad esempio delle resistenze a montaggio superficiale del tipo SMT, in modo da aumentare la potenza termica del resistore 24.

Preferibilmente nel caso di applicazione del sensore S'' all'interno dell'elemento sensibile 9, le parti 12a e 12c presentano una estensione tale da ricoprire almeno parzialmente le piazzole R; R1, R2, R3, R4 ed il resistore 24.

Opzionalmente è possibile disattivare il resistore 24 (ad esempio mediante una scarica elettrica) e prevedere uno o più resistenze (ad esempio del tipo SMT - a montaggio superficiale) riscaldanti su una o più delle piazzole R a scelta, a seconda del tipo di applicazione della vite 1. In modo analogo od in alternativa, è possibile prevedere un

resistore ovvero un elemento riscaldante in prossimità della zona B. Secondo una variante non illustrata, il sensore S'' è multistrato ed è privo del resistore 24.

La figura 10 illustra lo schema elettrico del sensore S'' illustrato nelle figure 6 e 7.

Vantaggiosamente, il sensore S'' presenta il resistore 24 e le giunzioni di termocoppia 18 in una posizione di simmetria rispetto allo spessore del sensore S'' stesso, pertanto la disposizione dei supporti 14a, 14b e della porzione 15 permettono l'ottenimento di un segnale elettrico Vab disponibile ai collegamenti 21a più uniforme rispetto ad un sensore Sb, S' ad uno strato, in cui un resistore 24 e le giunzioni 18 sono asimmetriche rispetto allo spessore del sensore S'' stesso. Pertanto, vantaggiosamente, il segnale elettrico Vab del sensore S'' multistrato (con o senza il resistore 24) non è influenzato dalla posizione angolare attorno all'asse L e/o dell'elemento di fissaggio 1.

La presenza del resistore 24 permette, inoltre, di avere funzionalità aggiuntive come verrà illustrato meglio in seguito.

Secondo una variante, non illustrata, l'elemento sensibile 9 è pre-assemblato in un corpo di forma cilindrica e fatto di resina in cui sono opportunamente inseriti il sensore S e mezzi per favorire lo scambio

termico tra l'elemento di fissaggio ed il sensore S stesso; oppure il corpo pre-assemblato è inserito in un tubetto metallico atto ad essere inserito all'interno della cavità 5.

Secondo una variante non illustrata, l'elemento di fissaggio presenta una cavità interna almeno parzialmente rettangolare, ad esempio in prossimità delle zone A e B. In questo caso, vantaggiosamente, l'elemento sensibile 9 non richiede le parti 12a e 12c in quanto il contatto con le pareti dell'elemento di fissaggio 1 o 101 è garantito dall'accoppiamento di forma tra l'elemento di fissaggio 1 o 101 stesso ed il sensore S. La cavità di forma rettangolare può essere ottenuta partendo da una cavità circolare in cui sono disposti uno o più inserti.

Opzionalmente, il sensore S è inserito direttamente all'interno della cavità dell'elemento di fissaggio ed è fissato in prossimità delle zone A e B, ad esempio mediante delle resine. In altre parole il sensore S è un elemento sensibile.

Secondo una variante, non illustrata, l'elemento di fissaggio presenta una cavità in cui è inserito il sensore S che comunica con l'esterno mediante dei cavi elettrici. In altre parole, l'elemento di fissaggio comprende unicamente il sensore S e dei cavi elettrici che escono dall'elemento di fissaggio per connettere il sensore S con

una unità esterna all'elemento di fissaggio. In questo caso è possibile realizzare cavità di dimensioni estremamente ridotte dato che vengono ridotti al minimo il numero di componenti da alloggiare all'interno dell'elemento di fissaggio stesso.

Secondo una variante, non illustrata, l'elemento sensibile 9 o il sensore S comprende un ulteriore mezzo di rilevamento della temperatura T assoluta (ad esempio un termoresistore) in un determinato punto dell'elemento di fissaggio 1, 101, 201.

Nelle figure 11 e 12 sono illustrate due varianti 9' e 9'' dell'elemento sensibile 9. Secondo quanto illustrato nella figura 11, gli elementi sensibili 9' e 9'' sono porzioni di tubi cilindrici in cui sono inserite delle porzioni di conduttori metallici isolati elettricamente tra loro da polvere di ossido minerale. Ad esempio, gli elementi sensibili 9' e 9'' sono realizzati a partire da cavi per termocoppie isolati da ossidi minerali e generalmente noti e commercializzati con il nome AEROPAK®.

Nella figura 11 è illustrato con 9' un elemento sensibile 9' che comprende un corpo tubolare 50 esterno presentante un asse longitudinale M ed una cavità 51 interna longitudinale. L'elemento sensibile 9' comprende, inoltre, due conduttori 52 ed un conduttore 53, i quali sono inseriti, almeno in parte, all'interno della cavità

51. I conduttori 52 e 53 sono fili di materiale elettricamente conduttore. Ciascun conduttore 52 è collegato ad una rispettiva estremità del conduttore 53 in modo da formare una giunzione di termocoppia 18a e, rispettivamente, 18b le quali sono atte ad essere disposte in corrispondenza delle corrispondenti zone A e B all'interno di un elemento di fissaggio 1. I conduttori 52 e 53 sono fatti di materiali differenti tra loro, in particolare con diverse proprietà termoelettriche. Ad esempio, il conduttore 52 è fatto di una lega Ni-Cr (generalmente nota come Chromel®) mentre il conduttore 53 è fatto di una lega Ni-Al generalmente nota come Alumel®.

L'elemento sensibile 9' comprende, inoltre, del materiale 54, il quale è atto a riempire la cavità 51 e ad isolare elettricamente i conduttori 52 e 53 tra loro. Ad esempio, il materiale 54 è un ossido minerale come una lega MgO. I conduttori 52 che sporgono al di fuori del corpo tubolare 50 sono collegati in modo noto e non illustrato ad un connettore (non illustrato). Le estremità del corpo tubolare 50 sono sigillate in modo noto e non illustrato.

Secondo una variante, non illustrata, l'elemento sensibile 9' comprende un ulteriore conduttore ed i conduttori 52 e 53 sono collegati tra loro solo in corrispondenza della giunzione di termocoppia 18a. In questo caso i conduttori 52 e 53 sono collegati ad un

connettore esterno tramite rispettivi conduttori intermedi fatti ad esempio di rame. Vantaggiosamente, i conduttori 52 e 53 sono collegati con i conduttori intermedi in corrispondenza della zona B, in modo da formare la giunzione di termocoppia 18b. A questo proposito si osserva che è noto per la "legge dei metalli intermedi" che le giunzioni con i conduttori intermedi non danno origine a effetti o a tensioni parassite in quanto realizzate molto vicine tra loro in corrispondenza della zona B che è assimilabile ad una zona isoterma.

Nella figura 12 con 9'' è illustrato un elemento sensibile 9'' simile all'elemento sensibile 9' e pertanto, i componenti in comune con l'elemento sensibile 9' mantengono la stessa numerazione. L'elemento sensibile 9'' presenta una pluralità di conduttori 52 ed una pluralità di conduttori 53 i quali sono collegati in serie tra loro all'interno del corpo 50 in modo da formare una pluralità di giunzioni di termocoppia 18a e 18b atte ad essere disposte in corrispondenza delle zone A e B dell'elemento di fissaggio 1. In particolare, l'elemento sensibile 9'' illustrato nella figura 12 comprende due giunzioni di termocoppia 18a e due giunzioni di termocoppia 18b.

Gli elementi sensibili 9' e 9'' del tipo sopra descritto presentano il vantaggio di avere delle dimensioni anche molto piccole (possono avere anche diametri al di

sotto del millimetro), pertanto gli elementi sensibili 9' e 9'' sono particolarmente adatti ad essere applicati all'interno di elementi di fissaggio 1 di dimensioni ridotte.

Gli elementi sensibili 9' e 9'' presentano l'ulteriore vantaggio di poter resistere anche a temperature elevate, ad esempio, ben oltre i 300°C.

Nella figura 13 è indicata con 101 una variante della vite 1. La vite 101 comprende un elemento sensibile 9, 9', 9'', S (a scelta tra le varianti sopra descritte) inserito nella cavità 5. La vite 101 comprende, in aggiunta ai componenti già descritti per la vite 1 che mantengono la stessa numerazione nella figura 13 ed in sostituzione del connettore 22, un dispositivo elettronico 26 il quale comprende, a sua volta, una sezione di trattamento del segnale 27 collegata all'elemento sensibile 9, 9', 9'', S per acquisire e rielaborare i segnali rilevati dall'elemento sensibile 9, 9', 9'', S stesso ed una sezione di comunicazione wireless 29, come ad esempio un modulo bluetooth o un modulo WiFi, per trasmettere i segnali in formato digitale ad un'unità di controllo 30 esterna e dotata di mezzi di comunicazione wireless 31 (di tipo noto) una sezione di alimentazione a batteria 33 e/o una sezione di raccolta di energia 34, comunemente nota come Energy harvesting, come ad esempio un micro-generatore di Peltier.

Opzionalmente, il dispositivo elettronico 26 può comprendere una sezione di memoria 28 per memorizzare i segnali in formato digitale e/o una sezione di pilotaggio 32 di eventuali resistori 24.

Il dispositivo elettronico 26 è atto ad acquisire, memorizzare e trasmettere i dati acquisiti dall'elemento sensibile 9, 9', 9'', S in modo da comunicare tali dati all'unità di controllo 30.

Secondo quanto illustrato nella figura 13, il dispositivo elettronico 26 è inserito all'interno della testa 3 nella porzione terminale 8.

Secondo una variante non illustrata, il dispositivo elettronico 26 è fissato almeno parzialmente all'esterno della vite 1; ad esempio, il micro-generatore di Peltier e/o i mezzi di comunicazione wireless e/o la sezione di raccolta di energia 34 potrebbero sporgere all'esterno della vite 1.

Nella figura 14 con 201 è illustrata una variante dell'elemento di fissaggio 1 nella forma di un prigioniero.

Il prigioniero 201 comprende un corpo 202 con un asse longitudinale L e presenta una forma sostanzialmente cilindrica. Il prigioniero 201 presenta, in modo noto, due filettature f1 e f2 realizzate in corrispondenza delle estremità 203 e, rispettivamente, 204 del corpo 202.

Il corpo 202 presenta una cavità 205 longitudinale

passante e di forma cilindrica. Il prigioniero 201 comprende un elemento sensibile 9, 9', 9'', S (a scelta tra le varianti sopra descritte) inserito nella cavità 205. Secondo quanto illustrato nella figura 14, la cavità 205 presenta una porzione terminale 208 la quale ha una sezione maggiore per poter alloggiare, ad esempio, un dispositivo elettronico 26 del tipo descritto in precedenza per la vite 101. Preferibilmente, l'alloggiamento 208 è realizzato nell'area del prigioniero 201 che è atto a sporgere all'esterno dall'organo meccanico e non deve essere sottoposto a sollecitazioni.

Secondo una variante non illustrata, l'elemento sensibile 9, 9', 9'', S è installato all'esterno dell'elemento di fissaggio ed è opportunamente coibentato in modo che i dati rilevati non siano influenzati dalle temperature all'esterno dell'elemento di fissaggio.

Secondo quanto illustrato nella figura 15, l'elemento di fissaggio, in questo caso la vite 101, può essere installato in una sede 39 già esistente di un organo meccanico 40 per il collegamento di due componenti 41, 42, i quali sono attraversati da un flusso termico nella direzione di attraversamento indicata con la linea di flusso termico F.

In uso, l'elemento sensibile 9, 9', 9'', S fornisce un segnale proporzionale alla differenza tra le temperature Ta

e T_b delle isoterme in corrispondenza delle zone A e B dell'elemento di fissaggio 1, 101, 201. In altre parole secondo l'esempio illustrato nella figura 15, la differenza di temperatura T rilevata con le giunzioni 18a e le giunzioni 18b è funzione del flusso termico F all'interno dell'organo meccanico in corrispondenza della vite 101 tra le zone A e B.

In particolare, il segnale di tensione V_{ab} in microvolt in uscita dall'elemento sensibile 9, 9', 9'', S è dato dalla relazione:

$$V_{ab} = n \cdot (Sc1 - Sc2) \cdot (T_a - T_b)$$

In cui:

n è il numero di termocoppie 19;

$Sc1$ è il coefficiente di Seebeck di un conduttore della termocoppia, ad esempio il rame di una pista di rame P_{cr} ;

$Sc2$ è il coefficiente di Seebeck dell'altro conduttore della termocoppia, ad esempio della costantana di una pista di costantana P_{cc} ;

T_a è la temperatura delle giunzioni di termocoppia 18a in corrispondenza della zona A; e

T_b è la temperatura delle giunzioni di termocoppia 18b in corrispondenza della zona B.

Nel caso della costantana il coefficiente di Seebeck è circa $-35 \text{ } [\mu\text{V/K}]$ mentre per il rame il coefficiente di

Seebeck è di circa $6.5 \text{ } [\mu\text{V/K}]$. La scelta dei materiali costantana e rame per la realizzazione delle termocoppie 19 permette di ottenere un segnale V_{ab} dell'elemento sensibile 9, 9', 9'', S con andamento più uniforme nel campo di temperature desiderato rispetto alla scelta di altri materiali.

Si osserva che le termocoppie 19 non devono essere alimentate (al contrario dell'utilizzo di termoresistenze) per fornire il segnale V_{ab} relativo alla differenza di temperatura ($T_a - T_b$); pertanto, l'utilizzo delle termocoppie 19 è particolarmente vantaggioso nel caso in cui l'elemento sensibile 9, 9', 9'', S sia alimentato a batteria oppure da fonti energetiche di limitata capacità (come nel caso della raccolta di energia o energy harvesting).

I segnali V_{ab} rilevati vengono inviati wireless mediante il dispositivo 26 ad una unità di controllo 30; in alternativa, nel caso di impiego del sistema illustrato nella figura 1, i segnali V_{ab} sono inviati mediante dei cavi 20 (ad esempio nel caso di test di un organo meccanico su banco). L'unità di controllo 30, 23 processa i segnali V_{ab} ed emette segnali di allarme, ad esempio nel caso in cui vengano superati dei valori di soglia.

Vantaggiosamente, ottenere un segnale relativo alla differenza di temperatura ($T_a - T_b$) all'interno dell'unico elemento sensibile 9, 9', 9'', S permette di ricavare in

modo estremamente economico, leggero, semplice, rapido e in spazi ridotti dei risultati relativi al funzionamento dell'organo meccanico 40 su cui è installato.

Infatti, la pendenza della curva ottenuta con i segnali V_{ab} rilevati fornisce la rapidità con cui una determinata temperatura sta variando e, conseguentemente, l'eventuale stress termico cui l'organo meccanico 40 è sottoposto.

Inoltre vantaggiosamente è possibile determinare il corretto serraggio dell'elemento di fissaggio 1, 101, 201 nel caso di utilizzo di un sensore S comprendente uno o più elementi riscaldanti (ad esempio un resistore 24 oppure una o più resistenze SMT montate sulle apposite piazzole) attivati per riscaldare una delle zone A o B. In questo modo, si ottiene una variazione di segnale V_{ab} (a parità di condizioni al contorno) in funzione dello scambio termico (per la diversa dissipazione del calore per conduzione data dalla variazione della resistenza termica tra l'elemento di fissaggio e l'organo meccanico) tra l'organo meccanico 40 e l'elemento di fissaggio 1, 101, 201 stesso. In altre parole, utilizzando un sensore del tipo S'' è possibile utilizzare il segnale V_{ab} con il resistore 24 attivo per determinare il corretto serraggio (o meno) dell'elemento di fissaggio 1, 101, 201 nell'organo meccanico 40.

I sensori S_b , S' e S'' del tipo sopra descritto

presentano, inoltre, i seguenti vantaggi: alta ripetibilità e stabilità nel tempo; un basso consumo di energia (per i sensori S_b e S'); una buona linearità nel campo di temperature di utilizzo; ed un costo relativamente basso.

Secondo una variante, non illustrata, l'elemento di fissaggio comprende al posto dell'elemento sensibile 9 o 9' una coppia di rilevatori di temperatura assoluti come, ad esempio, delle termoresistenze (generalmente note come RTD) Pt100 o Pt1000. Un sistema di questo tipo presenta tuttavia un costo di esecuzione superiore a quello di un elemento sensibile 9, 9', 9'', S come del tipo sopra descritto e le termoresistenze richiedono di essere alimentate (aumento di consumi e di costi).

Naturalmente, elemento sensibile 9, 9', 9'', S può essere integrato all'interno o all'esterno di elementi di fissaggio differenti dalla vite 1, 101 e dal prigioniero 201 (come tiranti o simili).

L'uso dell'elemento di fissaggio (come la vite 1, 101 o il prigioniero 201) permette di poter posizionare l'elemento sensibile 9, 9', 9'', S in prossimità di un organo meccanico 40 da controllare, ad esempio un motore/componenti di macchine automatiche/accoppiamenti cinematici, utilizzando delle sedi 39 che normalmente sono già previste negli organi meccanici 40 stessi. Inoltre, gli elementi di fissaggio 1, 101, 201 secondo la presente

invenzione presentano delle dimensioni standard e possono sostituire analoghi elementi di fissaggio già in uso. In questo modo è possibile installare l'elemento di fissaggio 1, 101, 201 anche all'interno di organi meccanici 40 già esistenti minimizzando i costi ed i tempi di installazione ed eventualmente in sostituzione di elementi di fissaggio già in uso. Inoltre, dati gli ingombri estremamente ridotti dell'elemento sensibile 9, 9', 9'', S è possibile minimizzare gli ingombri ed i pesi dell'elemento di fissaggio 1, 101, 201.

Gli elementi di fissaggio 1, 101, 201 realizzati con i materiali sopra indicati (titanio; leghe nichel-cromo generalmente note come INCONEL®; acciaio inossidabile X1CrNiMoAlTi12-11-2 generalmente noto come MLX17®; acciaio inossidabile X1NiCrMoAlTi12-10-2 generalmente noto come MLX19®; e Acciai inossidabili classe PH (Precipitation Hardening) compreso tra 13-8 o 15-5 o 17-4; Acciaio con composizione Si, 19.00-21.00 Cr, 33.00-37.00 Ni, 9.00-11.00 Mo, 1.00 max. Ti, 0.01 B, 1.00 max Fe, Bal Co generalmente noto come MP35N®; acciai comprendenti nickel e cobalto generalmente noti come MARAGING® e/o VASCOMAX®, ad esempio MARAGING300 oppure AERMET®100; acciai AISI4340 e AISI304) si distinguono per i pesi ridotti e, al contempo, una elevata resistenza meccanica. Pertanto, l'uso di elementi di fissaggio 1, 101, 201 fatti di uno a scelta tra i

materiali sopra indicati possono essere impiegati su organi meccanici in cui è richiesta una riduzione dei pesi e/o ingombri mantenendo una elevata resistenza meccanica, come ad esempio per applicazioni aeronautiche o per macchine da corsa/sportive.

L'utilizzo dei materiali sopra indicati permette, inoltre, di realizzare degli alleggerimenti all'interno degli elementi di fissaggio 1, 101, 201 in modo da poter installare l'elemento sensibile 9, 9', 9'', S garantendo comunque la resistenza meccanica dell'elemento di fissaggio 1, 101, 201 nonostante la cavità 5 interna di alleggerimento. Naturalmente, le forme e le dimensioni massime delle cavità 5 di alleggerimento sono stabilite in funzione dei dati di progetto, in particolare il carico massimo e la resistenza a fatica che l'elemento di fissaggio 1, 101, 201 deve garantire.

RIVENDICAZIONI

1. Elemento di fissaggio (1; 101; 201), in particolare vite o prigioniero, comprendente un corpo (2; 202) e mezzi atti a rilevare una differenza di temperatura tra una prima e una seconda zona (A, B) di detto corpo (2; 202).

2. Elemento di fissaggio (1; 101; 201) secondo la rivendicazione 1 e comprendente un elemento sensibile (9; 9'; 9''; S) che comprende, a sua volta, un primo ed un secondo conduttore (Pcc, Pcr; 52, 53) i quali sono collegati tra loro in corrispondenza di una prima ed una seconda giunzione di termocoppia (18a, 18b) in corrispondenza della prima e, rispettivamente, seconda zona (A, B) di detto corpo (2; 202); in cui la prima e la seconda giunzione di termocoppia (18a, 18b) sono atte a rilevare un segnale (Vab) che è funzione della differenza di temperatura tra detta prima e seconda zona (A, B).

3. Elemento di fissaggio (1; 101; 201) secondo la rivendicazione 2, in cui il gruppo formato dal primo e secondo conduttore (Pcc, Pcr; 52, 53) e dalla prima e seconda giunzione di termocoppia (18a, 18b) è una termocoppia (19); in cui l'elemento sensibile (9; 9''; S; S'; S'') comprende una pluralità di termocoppie (19) collegate in serie tra loro, le quali sono atte a rilevare la differenza di temperatura tra la prima e la seconda zona (A, B) di detto corpo (2; 202).

4. Elemento di fissaggio (1; 101; 201) secondo la rivendicazione 2 o 3, in cui l'elemento sensibile (9; S'; S'') comprende una o più aree termicamente conduttrici (Z1; Z2; R; R1, R2, R3, R4) ciascuna delle quali è disposta in prossimità di una rispettiva zona (A; B).

5. Elemento di fissaggio (1; 101; 201) secondo una delle rivendicazioni da 2 a 4, in cui l'elemento sensibile comprende un sensore (S'') multistrato.

6. Elemento di fissaggio (1; 101; 201) secondo una delle rivendicazioni precedenti e comprendente un resistore (24) il quale è disposto in prossimità di una o più giunzioni di termocoppia (18a; 18b).

7. Elemento di fissaggio secondo una delle rivendicazioni da 1 a 3, in cui l'elemento sensibile (9'; 9'') comprende un corpo tubolare (50) presentante una cavità (51) interna in cui sono inseriti almeno parzialmente detti conduttori (52, 53); l'elemento sensibile (9'; 9'') comprendendo del materiale (54) elettricamente isolante inserito all'interno di detta cavità ed atto ad isolare elettricamente tra loro detti conduttori (52, 53).

8. Elemento di fissaggio (1; 101; 201) secondo una delle rivendicazioni da 2 a 7 e comprendente un dispositivo elettronico (26) il quale comprende, a sua volta:

una sezione di trattamento del segnale (27) collegata

a detto elemento sensibile (9; 9'; 9''; S) per acquisire e rielaborare segnali (Vab) rilevati da detto elemento sensibile (9; 9'; 9''; S); e,

una sezione di comunicazione wireless (29) per trasmettere i segnali (Vab) ad un'unità di controllo (30) esterna e dotata di mezzi di comunicazione wireless (31).

9. Elemento di fissaggio (1; 101; 201) secondo la rivendicazione 8, in cui il dispositivo elettronico (26) comprende, a scelta, una o più delle seguenti sezioni: una sezione di memoria (28) per memorizzare i segnali (Vab); una sezione di pilotaggio (32) di eventuali resistori (24); una sezione di alimentazione a batteria (33); e una sezione di raccolta di energia (34), come ad esempio un micro-generatore di Peltier.

10. Metodo di rilievo di un flusso termico (F) all'interno di un organo meccanico (40) mediante un elemento di fissaggio (1; 101; 201) secondo una delle rivendicazioni da 1 a 9; il metodo comprendendo le fasi di:

- installare detto elemento di fissaggio (1; 101; 201) sull'organo meccanico (40);

- rilevare dei segnali relativi alla differenza di temperatura tra una prima ed una seconda zona (A, B) del corpo (2; 202) dell'elemento di fissaggio (1; 101; 201) durante il funzionamento dell'organo meccanico (40);

- comunicare detti segnali con una unità di controllo

(23; 30); e

- processare mediante l'unità di controllo (23; 30) detti segnali.

11. Metodo secondo la rivendicazione 10, in cui ciascun elemento di fissaggio (1; 101; 201) comprende un elemento sensibile (9; 9'; 9''; S) che comprende, a sua volta, almeno un primo ed un secondo conduttore (Pcc, Pcr; 52, 53) collegati tra loro in corrispondenza di una prima ed una seconda giunzione di termocoppia (18a, 18b) in corrispondenza della prima e, rispettivamente, seconda zona (A, B) del corpo (2; 202); in cui il gruppo formato dal primo e secondo conduttore (Pcc, Pcr; 52, 53) e dalla prima e seconda giunzione di termocoppia (18a, 18b) è una termocoppia (19); in cui ciascun elemento sensibile (9; 9'; 9''; S) comprende una termocoppia (19) o più termocoppie (19) collegate in serie tra loro; ciascuna termocoppia (19) essendo atta a rilevare la differenza di temperatura tra la prima e la seconda zona (A, B) di detto corpo (2; 202); in cui durante la fase di rilevare, il segnale (Vab) rilevato dall'elemento sensibile (9; 9'; 9''; S) è dato dalla seguente relazione:

$$Vab=n*(Sc1 - Sc2)*(Ta-Tb)$$

In cui:

n è il numero di termocoppie (19) dell'elemento sensibile (9; 9'; 9''; S);

Sc1 è il coefficiente di Seebeck del primo conduttore

(Pcr) della termocoppia (19), ad esempio Sc1 è il coefficiente di Seebeck del rame;

Sc2 è il coefficiente di Seebeck del secondo conduttore (Pcc) della termocoppia (19), ad esempio Sc2 è il coefficiente di Seebeck della costantana;

Ta è la temperatura della prima giunzione di termocoppia (18a) in corrispondenza della prima zona (A); e

Tb è la temperatura della seconda giunzione di termocoppia (18b) in corrispondenza della seconda zona (B).

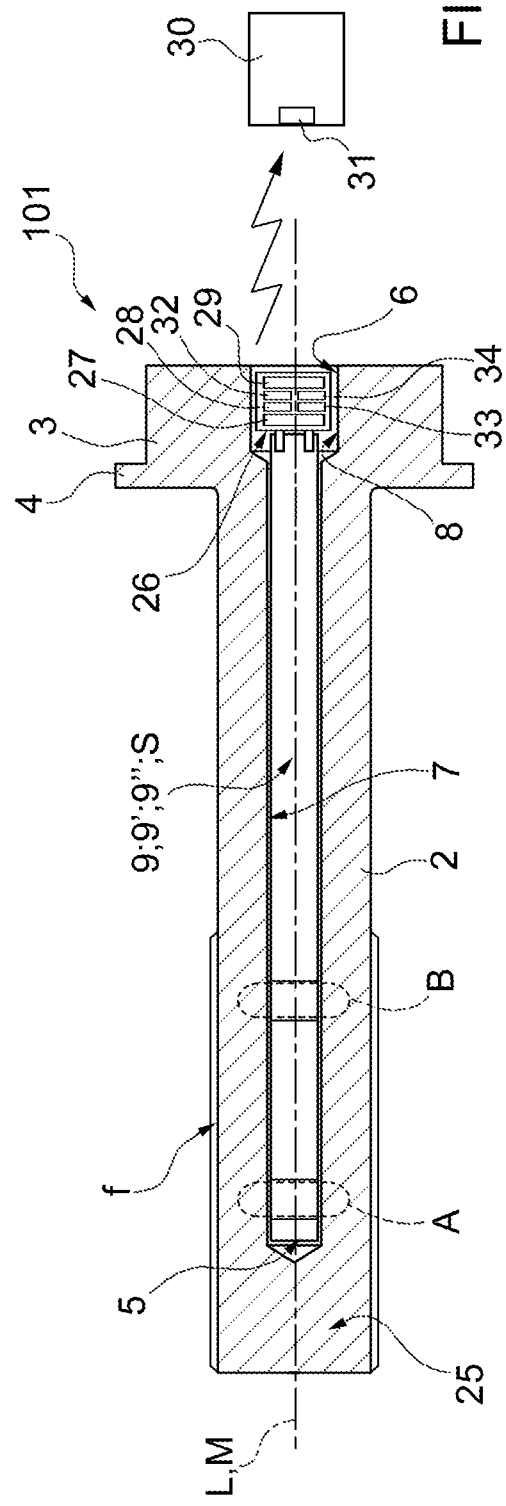
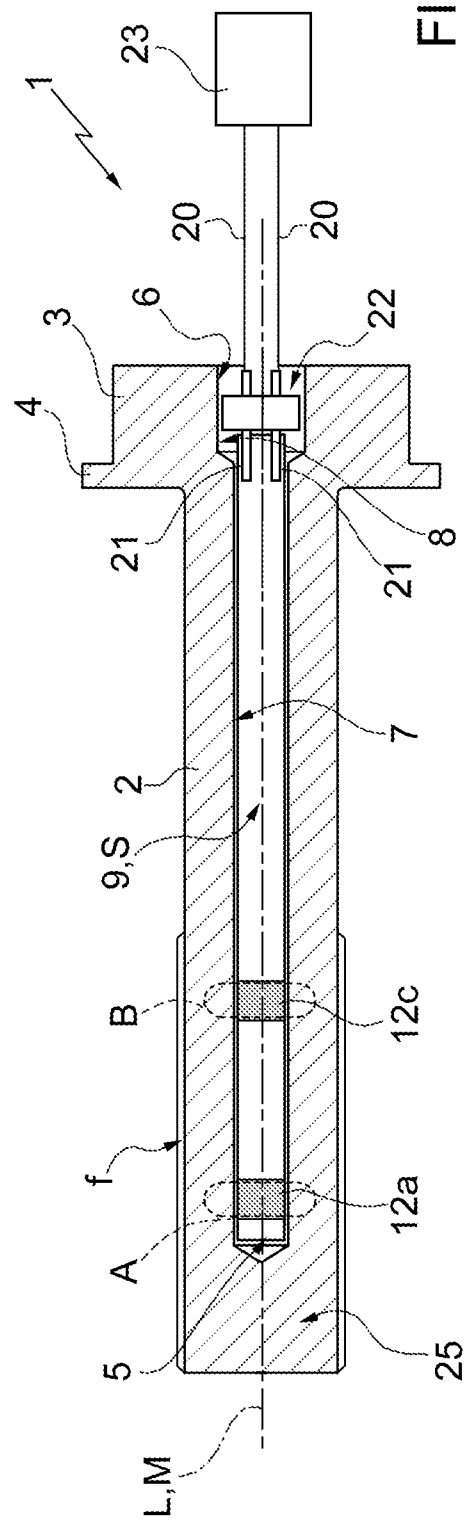
12. Metodo secondo la rivendicazione 11, in cui l'elemento sensibile (9; S'') comprende un mezzo di riscaldamento (24) alimentato da una potenza elettrica e disposto in corrispondenza di una rispettiva giunzione di termocoppia (18a; 18b); in cui durante la fase di rilevare, la temperatura (Ta; Tb) della rispettiva giunzione di termocoppia (18a; 18b) è funzione almeno in parte della potenza elettrica che alimenta detto mezzo di riscaldamento (24).

13. Uso di un elemento sensibile (9; 9'; 9''; S) per il rilevamento di una differenza di temperatura tra una prima ed una seconda zona (A, B) di un elemento di fissaggio (1; 101; 201).

p.i.: 1) POGGIPOLINI S.R.L.

2) ISANIK S.R.L.

Giulia CATALDI



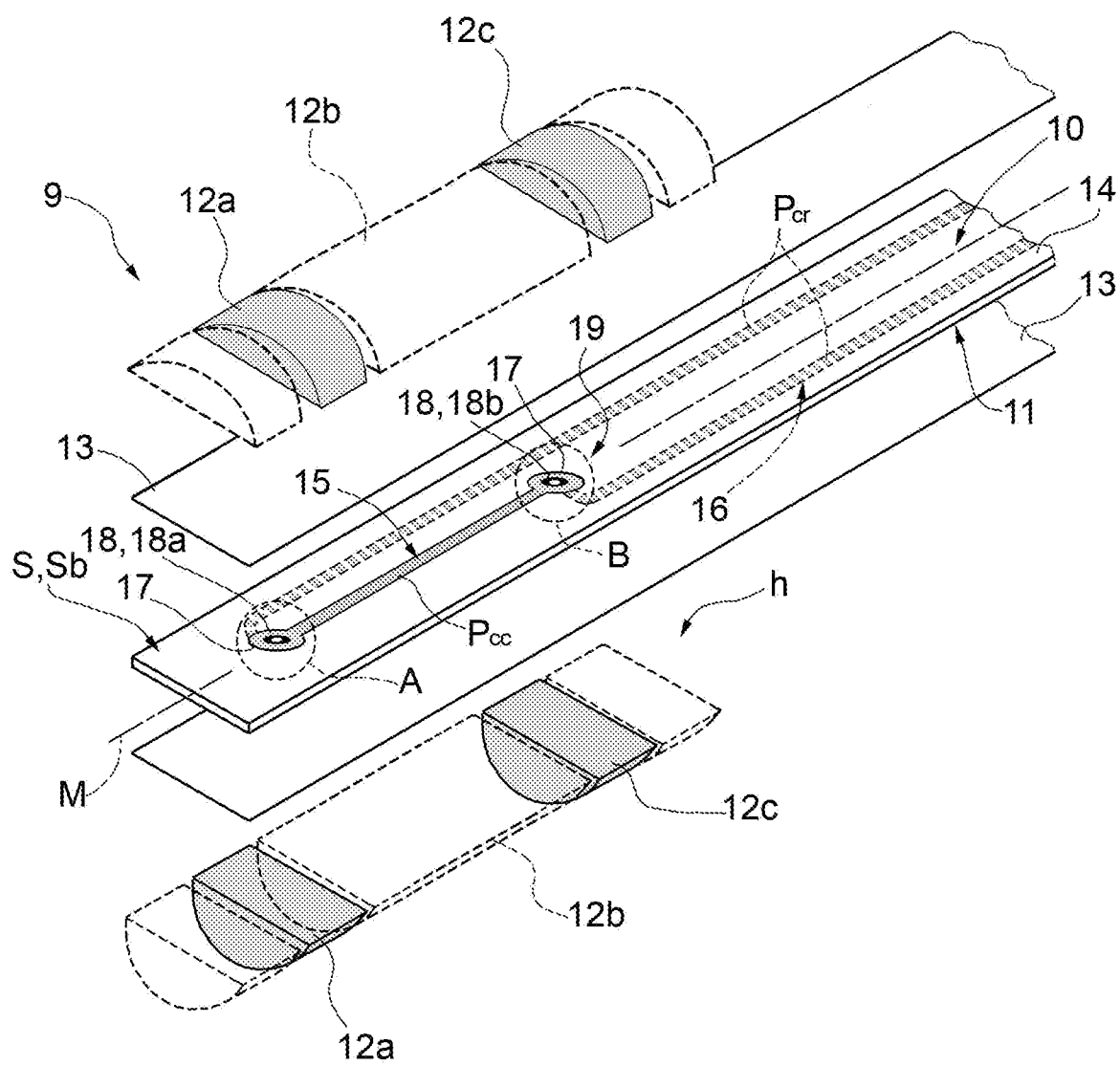
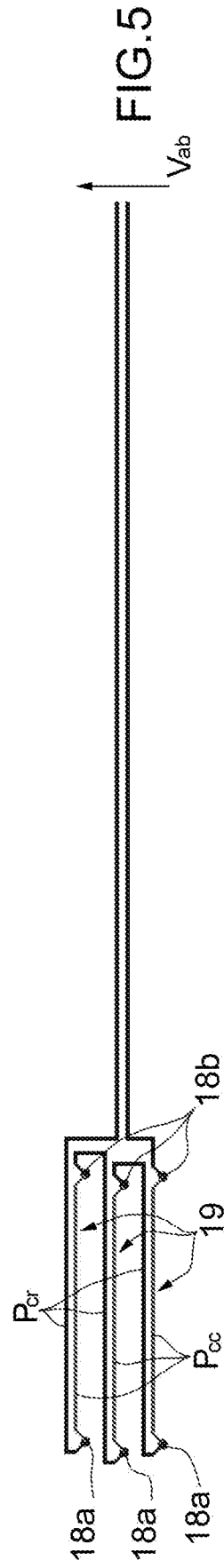
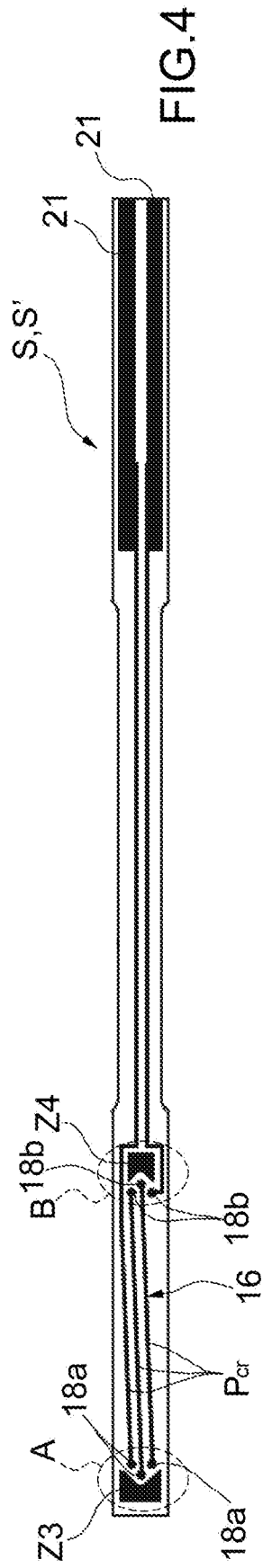
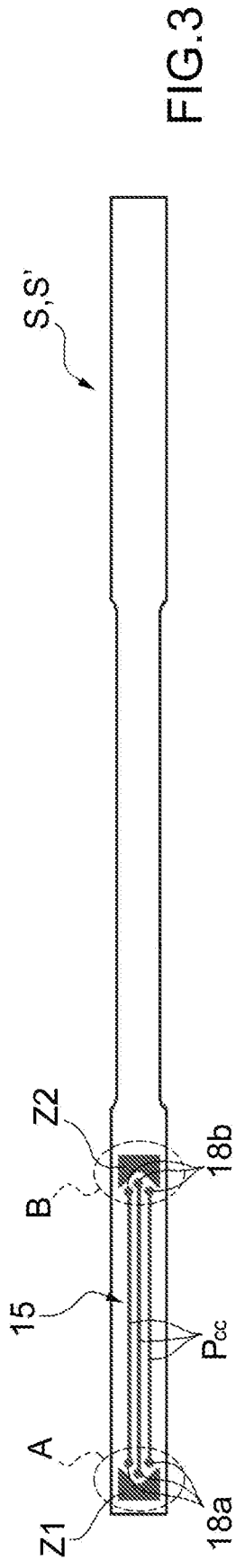


FIG.2



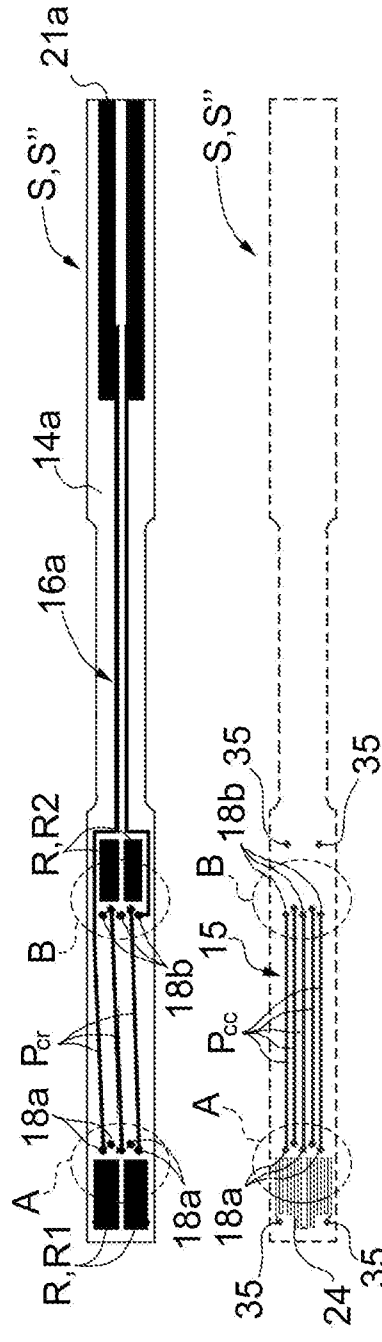


FIG. 6

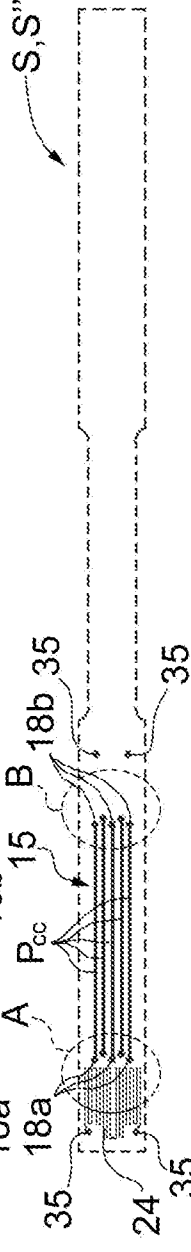


FIG. 7

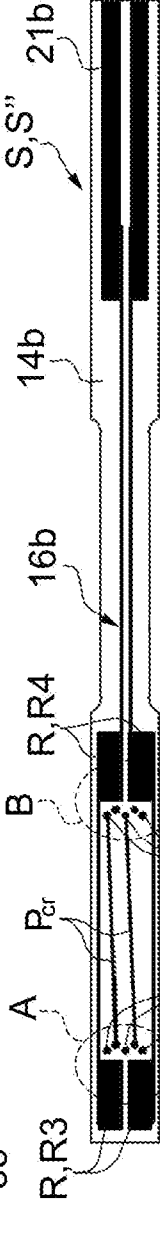


FIG. 8

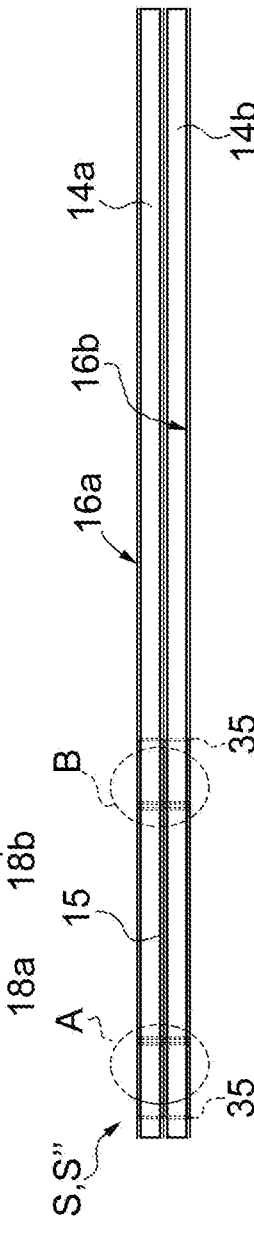


FIG. 9

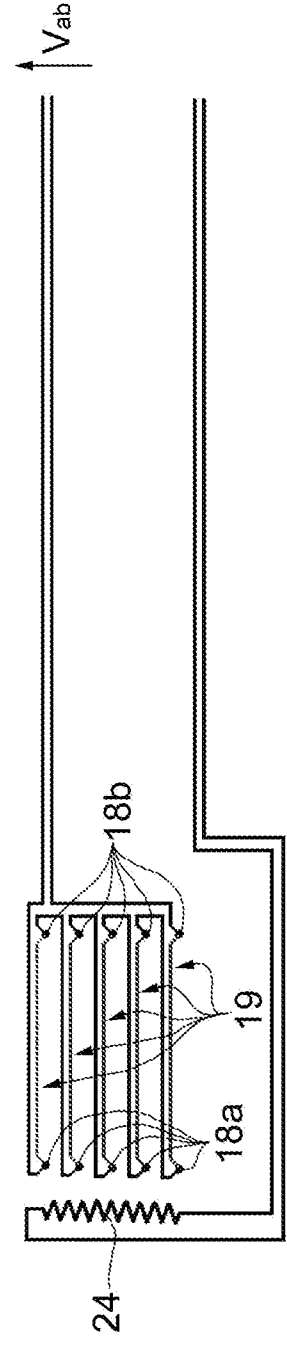


FIG. 10

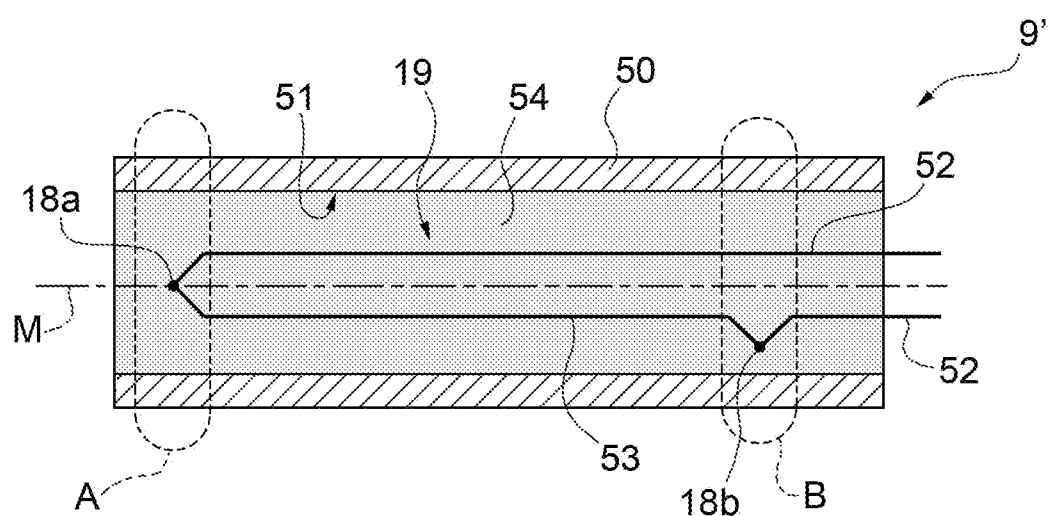


FIG.11

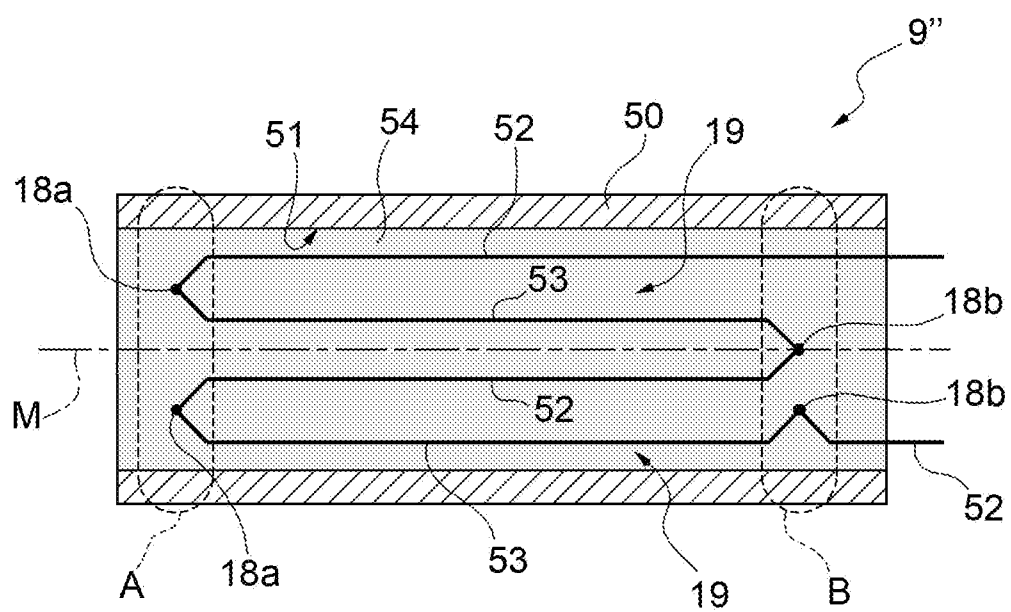


FIG.12

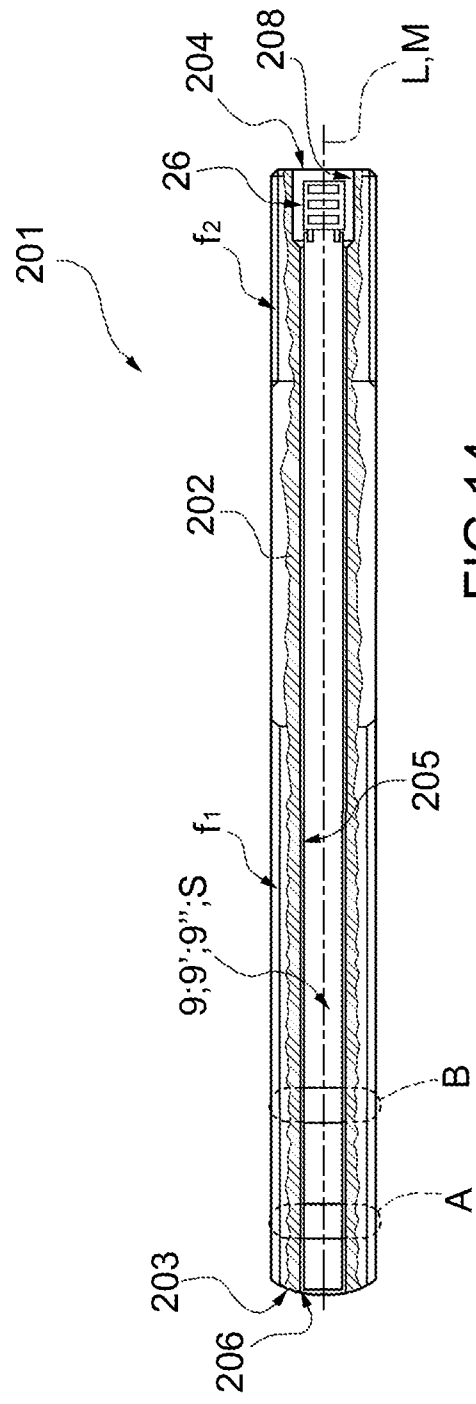


FIG.14

