MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	**102009901785179**
Data Deposito	**19/11/2009**
Data Pubblicazione	**19/05/2011**

Classifiche IPC

Titolo

GIUNZIONE VETRO-METALLO PER SALDOBRASATURA SOTTO VUOTO DI UN COMPONENTE PER TUBI RICEVITORI PER IMPIANTI DI TIPO SOLARE TERMODINAMICO, E METODO PER LA SUA REALIZZAZIONE.

Descrizione dell'invenzione industriale dal titolo: GIUNZIONE VETRO-METALLO PER SALDOBRASATURA SOTTO VUOTO DI UN COMPONENTE PER TUBI RICEVITORI PER IMPIANTI DI TIPO SOLARE TERMODINAMICO, E METODO PER LA SUA REALIZZAZIONE; a nome della V.L.T. Vacuum Lasers Technology Srl, con sede in Loc. Piombinara, Lotto I - 00034 - Colleferro (RM).

Inventore designato: Emanuele MADONNA.

*****

La presente invenzione riguarda un metodo innovativo adatto per realizzare la giunzione tra diversi tipi di vetro (Borosilicati, Quarzi, Zaffiri) e metalli (leghe di Nichel, Titanio, Rame, Leghe di Rame, ecc.).

In particolare il trovato è relativo alla realizzazione di giunzioni per saldobrasatura in alto vuoto, appresso definita "brasatura", con le seguenti principali caratteristiche :

- tenuta di vuoto e ultra alto vuoto;
- resistenti ad elevata temperatura (400-500°C);
- resistenti a stress termici e meccanici;
- assenza di degassamento sotto vuoto;
- ripetibilità e affidabilità del processo;
- possibilità di produzione in scala industriale;
- possibilità di realizzare diverse geometrie.

L'assenza di degassamento in vuoto e le temperature di lavoro elevate escludono l'uso di resine e/o collanti per realizzare la giunzione.

La tecnologia attualmente in uso, per realizzare una simile giunzione, è quella della saldatura con fiamma di cui diamo una sintetica descrizione.

SALDATURA VETRO-METALLO CON FIAMMA

E' da premettere che quando si tratta di componenti aventi una certa dimensione (tubolari oltre 20 mm di diametro), tale metodo è applicabile solo con alcuni vetri es. Borosilicati e ad alcune leghe di Nichel es. Fe-Ni-Co (Kovar). Ciò per ragioni di natura fisico chimica che non è necessario trattare perché note.

Nell'ipotesi più comune di dover realizzare una giunzione tra un tubo di borosilicato con coefficiente di dilatazione lineare di 3,3 e un tubo di metallo Kovar con coefficiente di dilatazione lineare di 5,5, il suddetto metodo della saldatura con fiamma si può riassumere come segue:

- Ossidazione del tubo metallico avente profilo opportuno nel lato giunzione;
- Applicazione al tubo di borosilicato di anelli di vetro con coefficiente di dilatazione lineare via via crescente sino ad avvicinare quello del

metallo: l'applicazione avviene a mezzo di riscaldamento e compressione delle parti;

- Posizionamento del tubo di borosilicato e a contatto ed in asse col tubo di kovar ossidato;
- Riscaldamento sino a temperatura di rammollimento del tubo di borosilicato, con i pezzi in rotazione;
- Penetrazione del tubo di Kovar nel tubo di borosilicato;
- Lento raffreddamento sino a temperatura ambiente;
- Trattamento termico di distensione del componente.

Il buon risultato di tale procedimento noto è molto legato alla competenza e abilità dell'operatore ed è un procedimento praticamente manuale, poco scalabile su grandi numeri. Inoltre, quando si tratta di componenti di grandi dimensioni, per esempio oltre 70/80 mm di diametro, l'affidabilità risulta ridotta perché si verificano rotture per stress termico e/o meccanico.

I limiti di detto metodo di giunzione possono essere così riassunti:

- Limiti di geometria: è applicabile solo a geometrie cilindriche tubolari;

- Limitata resistenza a stress termici e/o meccanici;
- Limitata possibilità di produzione in scala industriale.

Scopo principale della presente invenzione, è quello di superare i suddetti limiti e svantaggi realizzando un componente per tubi ricevitori utilizzabili nel settore solare termodinamico in grado di soddisfare alcune delle caratteristiche indicate, nonché un metodo per la sua fabbricazione.

Ciò è stato ottenuto fornendo un componente del tipo suddetto comprendente un tubo o disco di vetro atto ad essere saldobrasato ad un elemento metallico previa metallizzazione delle aree di contatto tra vetro e metallo.

Una migliore comprensione del trovato si avrà con la seguente descrizione dettagliata e con riferimento alle Figure allegate che illustrano,a puro titolo esemplificativo e non limitativo, alcune preferite forme di realizzazione e varianti.

Nei disegni:

La Fig. 1 mostra un tipico giunto tra tubo di Borosilicato e tubo di Kovar, ottenuto con il procedimento noto di saldatura con fiamma;

La Fig. 2A mostra, a puro titolo

esemplificativo, una sezione diametrale relativa ad una prima forma realizzativa del trovato, in cui il tubo di vetro borosilicato è brasato all'interno di un tubo metallico di opportuno profilo a mezzo della brasatura: il profilo del metallo può essere anche a diametro variabile, maggiore o minore del diametro del vetro nella parte oltre la zona di brasatura.

La Fig. 2B è un esploso corrispondente alla Fig. precedente;

La Fig.3A è una sezione diametrale di una seconda forma di realizzazione dell'invenzione, simile alla precedente, in cui il tubo metallico ha anche un anello interno al tubo di vetro che ne aumenta la resistenza a stress meccanici;

La Fig. 3B è un esploso della Fig. precedente;

La Fig. 4A è una sezione diametrale di una terza forma di realizzazione dell'invenzione, in cui il tubo metallico ha un profilo a "L" che può essere rivolto verso l'interno o verso l'esterno del componente (ad es. tubo di Borosilicato), dove la brasatura avviene sulla faccia frontale del tubo di vetro anziché che sulla circonferenza come nei casi precedenti.

La Fig. 4B è un esploso della Fig. precedente;

La Fig. 5A è relativa ad una variante della

prima forma di realizzazione (Fig. 2A), che prevede una differente forma e disposizione del vetro e del metallo: il vetro è un disco pieno di adeguato spessore, brasato sul metallo nella interfaccia tra il diametro esterno del vetro e il diametro interno del tubo di metallo.

La Fig. 5B è un esploso della Figura precedente;

La Fig. 6A è una variante della terza forma di realizzazione (Fig. 4A), nella quale la brasatura tra il vetro e il metallo è realizzata su una corona circolare di una delle facce del vetro, in questo caso il profilo del metallo è a "L" con il lato corto rivolto verso l'interno del diametro del vetro.

La Fig.6B è un esploso della Figura precedente.

Secondo la presente invenzione, il tubo metallico 2 può avere un qualunque profilo atto ad adattarsi al successivo montaggio meccanico.

Il componente che si descrive è caratterizzato dal fatto di rispondere alle caratteristiche precedentemente indicate e comprende:

- Almeno un collare e/o tubo metallico 2;
- Lega di brasatura 3;
- Almeno un tubo o disco di vetro 1;
- Metallizzazione 4 della superficie del vetro 1 da brasare sul metallo 2.

Il trovato prevede un componente costituito sostanzialmente da un tubo di vetro 1, come ad esempio Borosilicato CG8330, CG8250 o altri tipi di Borosilicati, oppure ancora altri vetri come Quarzo o Zaffiro; nonchè da parti metalliche 2 (ad es.: tubi o collari) preferibilmente in Rame e sue leghe, o leghe di Ni (Kovar) o Titanio o altri metalli, i quali sono opportunamente adattati alla funzione già indicata.

Il metodo per la realizzazione del componente suddetto prevede sostanzialmente la realizzazione di una giunzione tramite "brasatura" delle parti in vetro 1 con quelle metalliche 2.

Giova sottolineare che tale giunzione non può essere realizzata con i comuni metodi di saldatura, perchè si tratta di unire materiali molto dissimili, aventi coefficienti di dilatazione termici del tutto incompatibili ed inoltre sono chimicamente incompatibili tra loro.

Secondo la presente invenzione, si prevede di utilizzare la "Saldobrasatura in Alto Vuoto" che in seguito chiameremo per brevità "Brasatura".

La Brasatura in alto vuoto è una tecnologia molto complessa che richiede apparecchiature molto avanzate, fasi di preparazione complesse e manodopera altamente qualificata. Tale tecnologia, pur essendo

nota, ha subito notevoli evoluzioni negli ultimi decenni, ma è in ogni caso caratterizzata dal contributo fondamentale delle conoscenze specifiche del progettista.

Il procedimento secondo la presente invenzione prevede sostanzialmente che:

1) Opportuna lavorazione e preparazione delle parti le parti 1 e 2 da unire per realizzare il componente;
2) Assemblaggio delle suddette parti 1 e 2 in apposita attrezzatura;
3) Applicazione della lega di brasatura 3 nella zona di giunzione;
4) Posizionamento dell'attrezzatura con il componente nella camera di un forno in alto vuoto;
5) Svuotamento della camera;
6) Riscaldamento sino a temperatura di fusione della lega di brasatura 3 la quale, fondendo, unisce le parti 1 e 2 tra loro.

In questo modo la lega fusa 3, per effetto della capillarità, penetra nell'interfaccia dei materiali, e si lega chimicamente con entrambi e realizza la giunzione.

Va però ricordato che il metallo 2 e i vetri 1

sono chimicamente incompatibili e pertanto, pur usando la tecnologia della brasatura in alto vuoto, i vetri 1 devono preventivamente essere resi chimicamente compatibili con il metallo 2.

A questo scopo, secondo una caratteristica peculiare del trovato, il vetro 1 (Borosilicato o altro tipo) viene sottoposto ad un trattamento di metallizzazione 4 nella zona di accoppiamento con il metallo 2.

Tra i trattamenti utilizzabili per la metallizzazione 4 vengono elencati, ad esempio, i seguenti:

- Metallizzazione con inchiostri a base di Argento e/o Oro, applicati a pennello o per serigrafia e successivamente cotti in forno. Tali inchiostri lasciano un film metallico aderente sul vetro che costituisce l'interfaccia di brasatura con il metallo.

- Metallizzazione con il metodo P.V.D. (Phisical Vapour Deposition) con il quale si possono depositare molti metalli o combinazioni di metalli purchè compatibili con il processo di brasatura. A titolo esemplicativo e non esaustivo indichiamo la metallizzazione con Titanio+Nichel, o Tungsteno+Nichel, o Titanio+Palladio+Oro, ecc.

Giova osservare che con il processo P.V.D. è possibile depositare altri metalli e/o combinazioni di metalli utilizzabili per la realizzazione dello stesso componente.

Per realizzare un componente con le caratteristiche richieste si devono definire i seguenti parametri:

- qualità, forma e profilo del vetro 1 (Borosilicati, Quarzi, Zaffiro);
- tipo, caratteristiche e forma della metallizzazione 4 del vetro 1;
- qualità, forma e spessore delle parti metalliche 2;
- tipo di lega brasante 3.

Nelle prove sperimentali sono stati sviluppati diversi tipi di giunzione vetro-metallo con i rispettivi accoppiamenti tra le parti.

In una prima forma realizzativa, mostrata nelle Figure 2A-2B, il componente che si descrive comprende sostanzialmente un tubo di vetro 1 (Borosilicato, Quarzo, Zaffiro) dotato ad una estremità di area circonferenziale esterna sulla quale è applicata la metallizzazione 4 tramite uno dei trattamenti di metallizzazione sopra descritti, per poter essere accoppiato mediante saldobrasatura ad un anello

metallico 2 tubolare concentrico che è posizionato in corrispondenza del suddetto cordone anulare metallizzato 4.

Detto anello metallico tubolare 2 viene poi saldo-brasato in alto vuoto su detta area metallizzate 4 per unirlo al tubo di vetro 1 con la fusione della lega 3 realizzando il componente completo.

Una seconda forma di realizzazione dell'invenzione, mostrata nelle Figure 3A-3B, differisce dalla precedente per il fatto che l'anello metallico 2 presenta una parte cilindrica a contatto con il diametro interno del tubo di vetro 1, allo scopo di aumentare la resistenza a stress meccanici del componente.

Una terza forma di realizzazione, mostrata nelle Figure 4A-4B differisce dalle precedenti per il fatto che la metallizzazione 4 è applicata su una faccia del tubo di vetro 1 in forma di corona circolare, in questo caso l'anello metallico 2 ha un profilo a "L" ed è brasato di testa sul tubo di vetro 1.

Nelle Figure 5A-5B, 6A-6B sono mostrate delle varianti relative alla forma del vetro, che non è più tubolare bensì è piano circolare.

Più specificamente, nelle Fig. 5A-5B è mostrata

una variante della prima forma realizzativa di (Figg. 2A-2B) in cui al disco di vetro 1 è applicata la metallizzazione 4 sulla corona circolare esterna dello spessore del vetro stesso, tramite uno dei trattamenti di metallizzazione già descritti, per poter essere accoppiato mediante saldobrasatura ad un anello metallico 2 tubolare concentrico che è posizionato in corrispondenza della corona circolare metallizzata.

Le Fig. 6A-6B rappresentano una variante della terza forma realizzativa (Figg. 4A-4B) dove la brasatura è realizzata su una corona circolare di una delle facce del disco di vetro 1, precedentemente metallizzata 4 con uno dei metodi precedentemente citati.

Tutte le forme realizzative e varianti fin qui descritte ed illustrate rispondono ai requisiti indicati e consentono l'applicazione di uno qualunque dei trattamenti di metallizzazione indicati.

Ad esempio la prima forma di realizzazione mostrata in Fig. 2A, particolarmente adatta alla costruzione di tubi ricevitori per solare termodinamico, è costituita da:

- Anello e o collare metallico 2 che può essere costituito da diversi tipi di metallo, Leghe di

Nichel (es. Kovar), Leghe di Rame, Rame puro, Titanio o altri metalli adatti alla funzione indicata;

- Tubo 1 di Borosilicato CG8330-CG8250 o altro tipo;
- Metallizzazione 4 del tubo 1 di Borosilicato con uno dei metodi descritti;
- Lega e/o metallo di brasatura 3.

Per rispondere ai requisiti sopra elencati sono state testate molteplici leghe di brasatura 3, in particolare si è accentrata l'attenzione su tipologie di leghe che, pur avendo compatibilità chimico fisica con entrambi i materiali da unire, avessero anche un'adeguata duttilità in modo da ridurre al minimo lo stress residuo del componente, una composizione chimica poco o nulla aggredibile dagli agenti chimici, nonchè una buona resistenza alle alte temperature.

Tra le famiglie di metalli/leghe 3 di brasatura individuate con le sperimentazioni indichiamo, a titolo esemplificativo e non esaustivo le seguenti:

1. Germanio/Argento/Oro;
2. Alluminio/Silicio;
3. Stagno/Rame/Argento;
4. Indio/Rame/Argento;

5. Rame/Argento;
6. Germanio/Argento;
7. Nichel/Rame/Argento;
8. Alluminio/Argento;
9. Palladio/Rame/Argento;
10. Nichel/Rame/Oro;
11. Nichel/Oro;
12. Oro puro;

A tale proposito, si deve osservare che per la brasatura del Borosilicato 1 con il metallo 2, si devono usare solo leghe 3 che hanno temperatura di fusione inferiore alla temperatura di rammollimento del Borosilicato, che è pari a circa 850°C.

Il processo di brasatura in alto vuoto secondo l'invenzione, prevede diverse delicate fasi di lavorazione, che si possono così sintetizzare:

- Lavorazione delle parti meccaniche, realizzate per stampaggio o per lavorazione di macchina;
- Approvvigionamento del vetro (Borosilicato, Quarzo, Zaffiro) acquisto su disegno da fornitore qualificato.
- Metallizzazione delle aree del vetro destinate alla saldobrasatura;
- Sgrassaggio e decapaggio chimico delle parti metalliche;

- Degasaggio sotto vuoto delle parti metalliche;
- Preparazione della lega di brasatura in preforme di anelli, lamine o pasta;
- Assemblaggio delle parti in apposita attrezzatura e loro posizionamento in un forno in alto vuoto;
- Ciclo di brasatura nel forno in alto vuoto a temperatura di fusione della lega di brasatura;
- Collaudo da vuoto dei componenti;
- Collaudo non distruttivo a raggi x per controllo produzione.

Uno dei prototipi realizzati sperimentalmente secondo l'invenzione è un dispositivo a tenuta ermetica realizzato per brasatura in alto vuoto, che realizza la tenuta ermetica tra il lato aria e il lato vuoto del componente, caratterizzato dal fatto che comprende un tubo o disco di vetro 1 Borosilicato di adeguato profilo, metallizzato 4 con Titanio/Palladio/Oro, elementi metallici (collari) 2 di Nichel 200 e Titanio di adeguato profilo e spessore, come mostrato in Figure 2A, 4A, 5A e 6A.

Elenco dei riferimenti numerici citati nei disegni e nel testo:

1) Vetro

2) Metallo

3) Lega di brasatura

4) Metallizzazione

5) Saldobrasatura

RIVENDICAZIONI

1. Componente per la realizzazione di una giunzione vetro-metallo tramite saldobrasatura sotto vuoto utilizzabile per tubi ricevitori di impianti di tipo solare termodinamico, caratterizzato dal fatto di comprendere un tubo o disco di vetro (1) atto ad essere saldobrasato ad un elemento metallico (2) previa metallizzazione (4) delle aree di contatto tra vetro (1) e metallo (2).

2. Componente secondo la rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto di comprendere:

- Almeno un collare e/o tubo metallico (2);
- Metallo/lega di brasatura (3);
- Almeno un tubo o disco di vetro (1);
- Metallizzazione (4) della superficie del vetro (1) da brasare sul metallo (2).

3. Componente secondo la rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che è costituito sostanzialmente da un tubo o disco di vetro (1), come ad esempio Borosilicato o Quarzo o Zaffiro, nonchè da parti metalliche (2) come ad esempio tubi o collari preferibilmente in Rame e sue leghe, o leghe di Ni (Kovar) o Titanio o altri metalli, i quali sono opportunamente adattati alla specifica applicazione; detto componente essendo atto ad essere sottoposto ad

una saldobrasatura in alto vuoto per realizzare una giunzione tramite delle parti in vetro (1) con quelle metalliche (2).

4. Componente secondo la rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che detto tubo di vetro (1) è dotato ad una estremità di un'area circonferenziale esterna sulla quale è applicata la metallizzazione (4) tramite uno trattamento di metallizzazione noto, per poter essere accoppiato mediante saldobrasatura ad un anello metallico (2) tubolare concentrico che è posizionato in corrispondenza del suddetto cordone anulare metallizzato (4); detto anello metallico tubolare (2) essendo poi saldo-brasato in alto vuoto su detta area metallizzate (4) per unirlo al tubo di vetro (1) con la fusione di una opportuna lega di brasatura (3) realizzando il componente completo.

5. Componente secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che detto tubo di vetro (1) è dotato ad una estremità di un'area circonferenziale esterna sulla quale è applicata la metallizzazione (4) tramite uno trattamento di metallizzazione noto, per poter essere accoppiato mediante saldobrasatura ad un anello metallico (2) che presenta una parte cilindrica a contatto con il diametro interno del

tubo di vetro (1); ottenendosi così di aumentare la resistenza a stress meccanici del componente.

6. Componente secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che detto tubo di vetro (1) è dotato ad una estremità di un'area circonferenziale esterna sulla quale è applicata la metallizzazione (4) tramite uno trattamento di metallizzazione noto, per poter essere accoppiato mediante saldobrasatura ad un anello metallico (2), in cui la metallizzazione (4) è applicata su una faccia del tubo di vetro (1) in forma di corona circolare; l'anello metallico (2) avendo un profilo a "L" ed essendo brasato di testa sul tubo di vetro (1).

7. Componente secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che l'elemento di vetro (1) è un disco a cui è applicata la metallizzazione (4) sulla corona circolare esterna dello spessore del vetro stesso, tramite un trattamento di metallizzazione noto, per poter essere accoppiato mediante saldobrasatura ad un anello metallico (2) tubolare concentrico che è posizionato in corrispondenza della corona circolare metallizzata.

8. Componente secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che l'elemento di vetro (1) è un disco a cui è applicata la metallizzazione (4)

sulla corona circolare esterna di una delle facce del disco di vetro (1), tramite un trattamento di metallizzazione noto, per poter essere accoppiato mediante saldobrasatura ad un anello metallico (2) tubolare concentrico che è posizionato in corrispondenza della corona circolare metallizzata; l'anello metallico (2) avendo un profilo a "L" ed essendo brasato di testa sul disco di vetro (1).

9. Componente secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che detto metallo/lega (3) di brasatura è scelto tra i seguenti:

- Germanio/Argento/Oro;
- Alluminio/Silicio;
- Stagno/Rame/Argento;
- Indio/Rame/Argento;
- Rame/Argento;
- Germanio/Argento;
- Nichel/Rame/Argento;
- Alluminio/Argento;
- Palladio/Rame/Argento;
- Nichel/Rame/Oro;
- Nichel/Oro;
- Oro puro;

10. Componente secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che per la saldobrasatura

del Borosilicato (1) con il metallo (2), la lega di brasatura (3) ha una temperatura di fusione inferiore alla temperatura di rammollimento del Borosilicato, che è pari a circa 850°C.

11. Processo per la realizzazione di un componente per la realizzazione di una giunzione vetro-metallo tramite saldobrasatura sotto vuoto utilizzabile per tubi ricevitori di impianti di tipo solare termodinamico, caratterizzato dal fatto di comprendere le seguenti fasi di lavorazione:

- Lavorazione delle parti meccaniche, realizzate per stampaggio o per lavorazione di macchina;
- Approvvigionamento del vetro (Borosilicato, Quarzo, Zaffiro) acquisito su disegno da fornitore qualificato;
- Metallizzazione delle aree del vetro destinate alla saldobrasatura;
- Sgrassaggio e decapaggio chimico delle parti metalliche;
- Degasaggio sotto vuoto delle parti metalliche;
- Preparazione della lega di brasatura in preforme di anelli, lamine o pasta;
- Assemblaggio delle parti in apposita attrezzatura e loro posizionamento in un forno in alto vuoto;

- Ciclo di brasatura nel forno in alto vuoto a temperatura di fusione della lega di brasatura;
- Collaudo da vuoto dei componenti;
- Collaudo non distruttivo a raggi x per controllo produzione;

ottenendosi così che la lega di brasatura (3) fusa, per effetto della capillarità, penetri nell'interfaccia dei materiali, e si leghi chimicamente con entrambi realizzando la giunzione desiderata.

Per la Richiedente,

il Rappresentante.

TECNICA NOTA

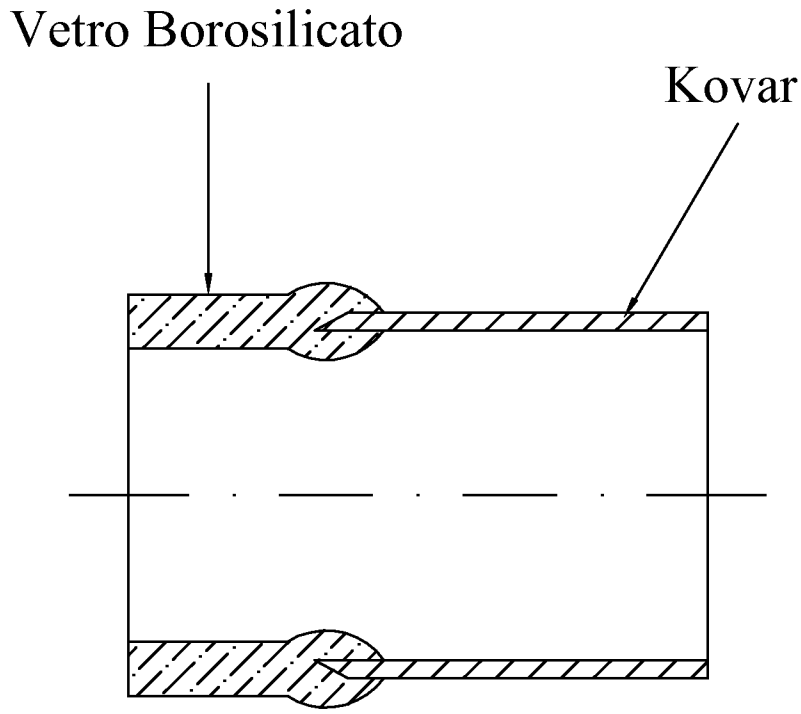


Fig. 1

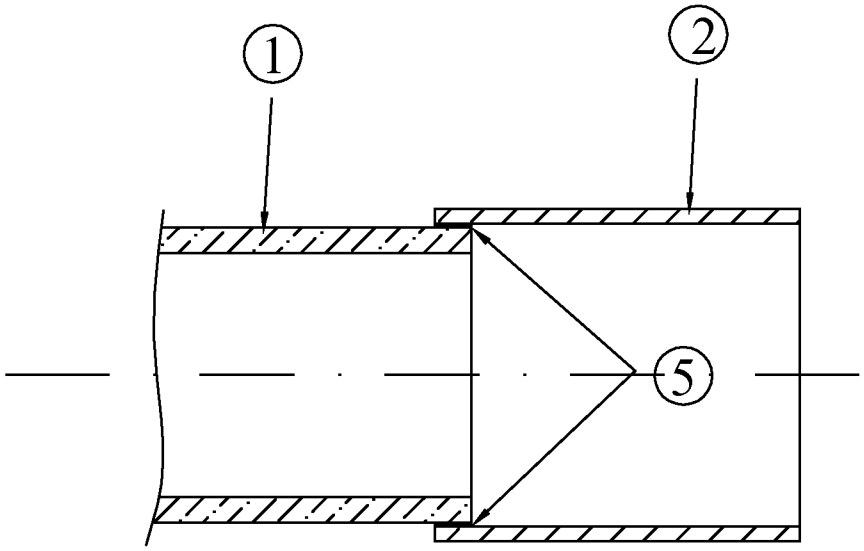


Fig. 2A

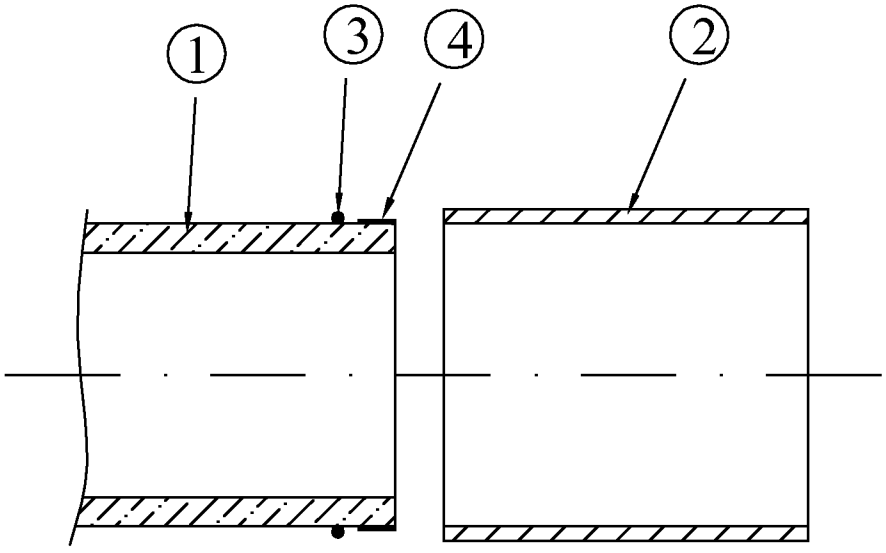


Fig. 2B

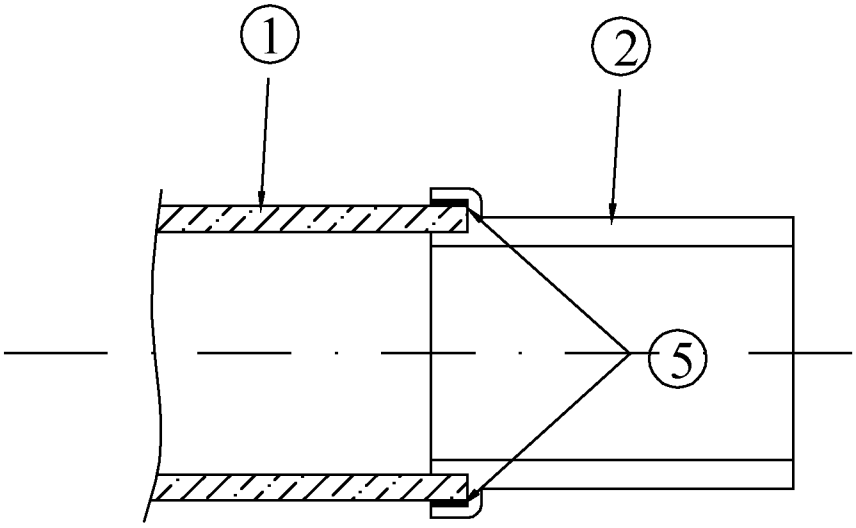


Fig. 3A

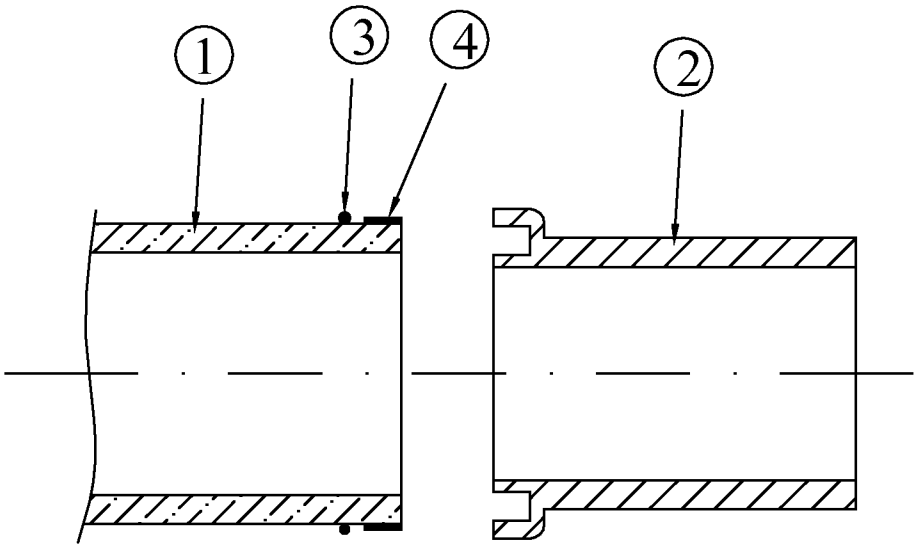


Fig. 3B

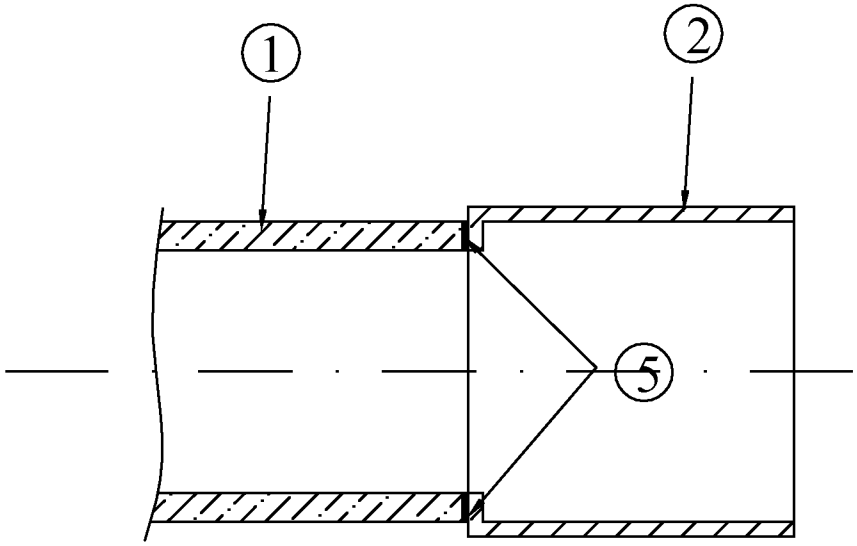


Fig. 4A

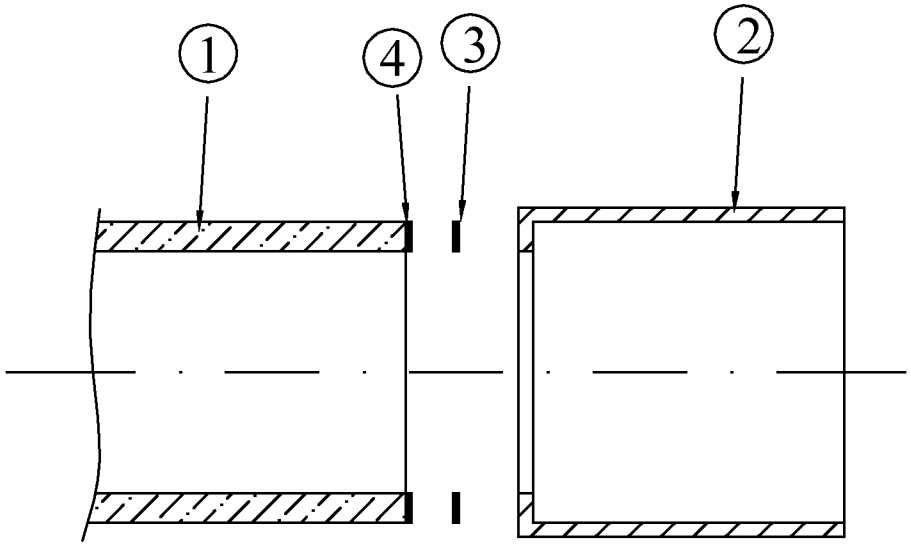


Fig. 4B

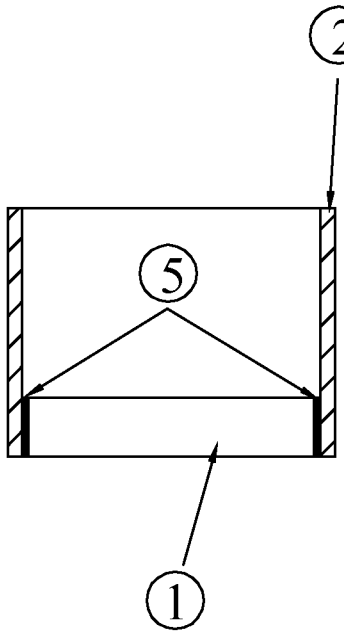


Fig. 5A

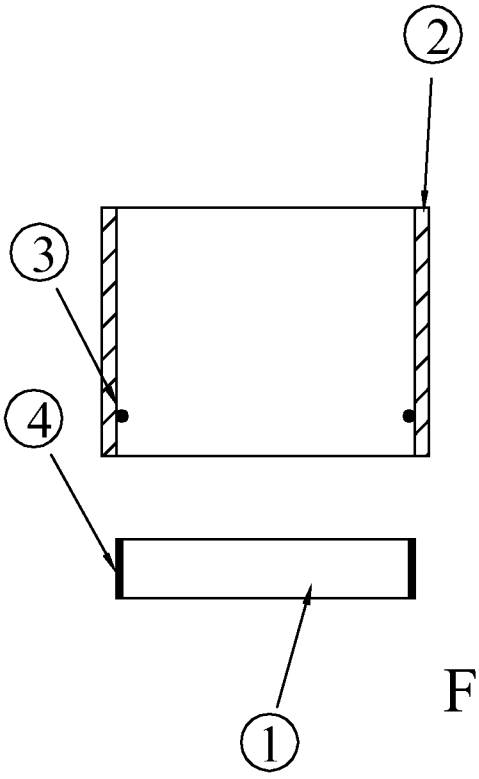


Fig. 5B

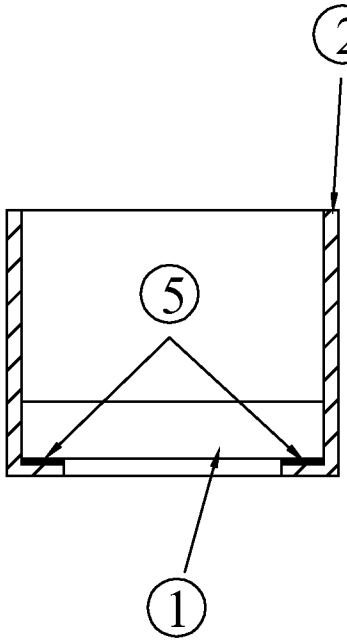


Fig. 6A

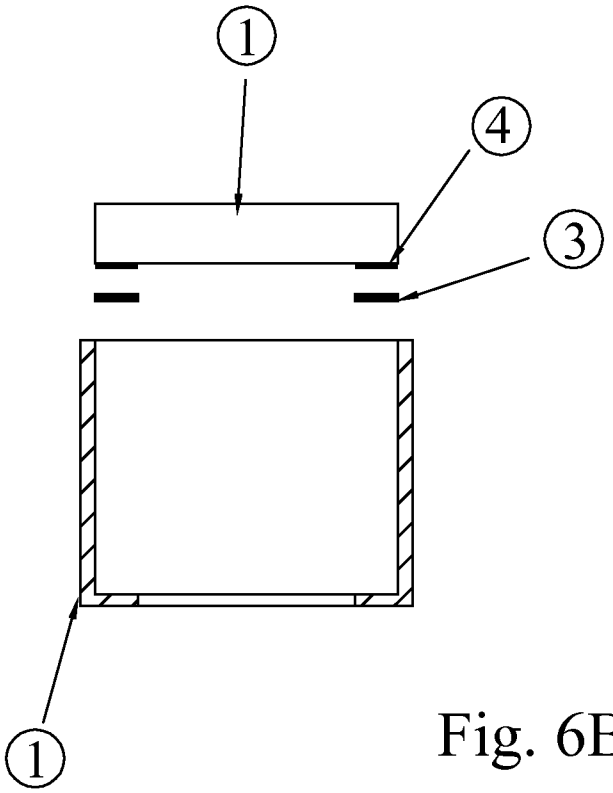


Fig. 6B