



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

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102009901717970
Data Deposito	27/03/2009
Data Pubblicazione	27/09/2010

Classifiche IPC

Titolo

UTENSILE DI SALDATURA PER ATTRITO

TITOLO: "Utensile di saldatura per attrito"

* * * * *

Campo dell'invenzione

La presente invenzione si riferisce ad un utensile di saldatura per attrito.

Stato della tecnica

La Friction Stir Welding (FSW), nota dai primi anni novanta, è un tipo di saldatura per attrito allo stato solido in cui nel materiale da saldare non viene raggiunta la temperatura di fusione. La FSW è utilizzata principalmente per unire leghe d'alluminio altrimenti difficilmente saldabili con altre tecniche.

Il processo di saldatura è realizzato con un utensile, che a contatto con le due parti da unire, ruota intorno ad un proprio asse di rotazione generando calore per attrito. Tale calore rende plastico il materiale che, raffreddandosi, cristallizza in modo che le due parti metalliche restino unite.

Gli utensili noti per questo tipo di lavorazione comprendono un corpo ed una testa, quest'ultima comprendente una parte cilindrica, detta spalla o shoulder, ed una protrusione, anch'essa un solido di rotazione, detta pin, generalmente di forma conica e coassiale con lo shoulder.

Dunque, un utensile della tecnica nota mostra una brusca diminuzione della sezione della testa, trasversalmente rispetto all'asse di rotazione dell'utensile, secondo il verso che va dal corpo verso la testa.

L'utensile viene dunque pressato contro la sovrapposizione di due parti metalliche da unire e posto in rotazione intorno al proprio asse di rotazione. Il pin penetra nel materiale generando un flusso plastico elicoidale di materiale (Material flow) rispetto a detto asse di rotazione. Lo shoulder resta a contatto con la superficie del materiale producendo un flusso termico (Heat generation) che produce l'effetto plastico necessario alla saldatura delle due parti metalliche, così come mostrato nella figura 1a, rappresentante un giunto di testa della tecnica nota.

L'utensile, oltre che ruotare intorno al proprio asse producendo una saldatura per punti, può avanzare/traslare lungo la linea di separazione delle lamiere (Figura 1b), producendo una saldatura per linee, cioè producendo un cordone di saldatura.

Nella figura 1b della tecnica nota viene mostrata l'inclinazione che viene data all'utensile durante una roto-traslazione per la saldatura di un giunto, tale inclinazione determina un aumento locale di pressione dell'utensile sulle lamiere da saldare, indicato nelle figure con l'espressione "flusso verso il basso" (Downward flow). In particolare, si nota, osservando l'utensile durante la traslazione dal bordo iniziale del giunto TE (trailing edge) a quello finale LE (Leading edge), che questo risulta inclinato indietro rispetto alla direzione di traslazione così che la testa dell'utensile precede il corpo. In questo modo, la parte posteriore dello shoulder a contatto col materiale esercita una maggiore pressione sul materiale appena saldato dal pin, migliorando la resa termica del processo.

Questa tecnica consente di realizzare giunti a T. In particolare, i pezzi vengono giuntati lavorando sulla superficie dell'elemento che viene sovrapposto sul taglio del secondo elemento, per questo motivo si dice che è una giunzione in trasparenza.

Quando utilizzato per giunti a sovrapposizione o in trasparenza, tale utensile presenta diversi punti deboli che si riflettono in una scarsa efficacia del processo. Le ragioni di tale comportamento sono dovute alla diversa disposizione della superficie di interfaccia tra le lamiere da saldare, rispetto all'asse di rotazione dell'utensile.

Infatti, per un giunto di testa, l'asse di rotazione dell'utensile risulta giacere in un piano definito da detta superficie di interfaccia, mentre per i giunti a sovrapposizione e per i giunti in trasparenza, detta superficie di interfaccia risulta ortogonale rispetto a detto asse di rotazione e dunque molto meno interessata dal moto del flusso plastico di materiale generato dalla rotazione del pin.

In questi ultimi casi, dunque, si rileva una maggiore difficoltà nel generare, nella zona di separazione tra le lamiere, quei livelli di temperatura che consentono un adeguato flusso plastico.

Al contrario, apportando un elevato flusso termico si rischia che si verifichino, nelle vicinanze della superficie del giunto a contatto con l'utensile, delle microfusioni che deteriorano le proprietà microstrutturali e meccaniche del giunto stesso.

Sommario dell'invenzione

Scopo della presente invenzione è quello di fornire un utensile di saldatura per attrito atto a risolvere il suddetto problema.

E' oggetto della presente invenzione un utensile di saldatura per attrito che, conforme alla rivendicazione 1, è definito da un solido di rotazione definente una sezione trasversale rispetto ad un asse di rotazione del solido di rotazione ed un relativo andamento decrescente dell'area di detta sezione, l'utensile essendo caratterizzato dal fatto che l'andamento di detta area comprende almeno due discontinuità atte a definire altrettante diminuzioni di detto andamento.

Tale utensile trova applicazione con particolare riferimento alle industrie aeronautica, aerospaziale ed automobilistica, per i processi di saldatura di giunti a sovrapposizione, con cordone continuo (FSW) o per punti (FSSW), o in trasparenza.

Secondo un altro aspetto dell'invenzione detto andamento decrescente assume il medesimo significato dell'andamento di una funzione matematica che si definisce decrescente quando presenta uno o più tratti in cui è continua ed uno o più tratti in cui decresce.

Vantaggiosamente, l'utensile consente un miglioramento dell'affidabilità e delle prestazioni di tali giunzioni al punto di consentire una più vasta e proficua applicazione della tecnologia FSW e FSSW anche per prodotti e produzioni di larga scala commerciale.

Le rivendicazioni dipendenti descrivono realizzazioni preferite dell'invenzione, formando parte integrante della presente descrizione.

Breve descrizione delle Figure

Ulteriori caratteristiche e vantaggi dell'invenzione risulteranno maggiormente evidenti alla luce della descrizione dettagliata di forme di realizzazione preferite, ma non esclusive, di un utensile di saldatura per attrito, illustrato a titolo esemplificativo e non limitativo, con l'ausilio delle unite tavole di disegno in cui:

le Figg. 1a, 1b, 1c e 1d della tecnica nota rappresentano rispettivamente

- una sezione trasversale di un giunto di testa su cui opera un utensile noto;
- un vista longitudinale del giunto di prima;

- il medesimo utensile di prima mentre salda per punti un giunto a sovrapposizione;
 - il medesimo utensile di prima mentre salda un giunto in trasparenza;
- le Figg 2a, 2b, 2c e 2d si riferiscono all'utensile, oggetto della presente invenzione, e rappresentano rispettivamente
- un utensile conforme con la presente invenzione;
 - una sezione di un giunto a sovrapposizione saldato per punti con l'utensile di figura 2a;
 - una sezione di un giunto a sovrapposizione saldato per linee con l'utensile di figura 2a;
 - una sezione trasversale di un giunto in trasparenza saldato con l'utensile di figura 2a.

Gli stessi numeri e le stesse lettere di riferimento nelle figure identificano gli stessi elementi o componenti.

Descrizione in dettaglio di una forma di realizzazione preferita dell'invenzione

Un utensile conforme con la presente invenzione comprende una prima parte 1 o shoulder sostanzialmente cilindrica ed una seconda parte 2 o pin che può avere forma tronco-conica o tronco-cilindrica. Il pin e lo shoulder sono coassiali rispetto ad un asse comune di rotazione e lo shoulder ha una base più ampia della base maggiore del pin in modo che la parte della base dello shoulder che eccede rispetto alla zona di contatto col pin è adatta ad aderire alla superficie di un giunto da saldare.

Inoltre, l'utensile comprende una parte intermedia 3 tra lo shoulder ed il pin, coassiale con questi, di forma cilindrica o di forma tronco-conica avente una base maggiore meno ampia della base dello shoulder ed una base minore più ampia della base maggiore del pin.

In altri termini l'utensile presenta uno shoulder ed una protrusione di profilo regolare a tratti, mostrando cioè due o più diminuzioni brusche, cioè discontinuità che inducono ad una diminuzione improvvisa della sezione trasversale muovendo in un verso lungo l'asse di rotazione.

Detta parte intermedia 3 di forma tronco cilindrica, per esempio, funziona con la propria superficie laterale 31 come un secondo pin, mentre con la propria

superficie di base 32 che eccede rispetto alla superficie di contatto col pin 1 funziona come un secondo shoulder. Tale configurazione permette di superare i problemi che nascono dall'uso di utensili tradizionali quando vengono realizzati, mediante FSW, giunti a sovrapposizione o in trasparenza.

Come si può notare con l'aiuto delle figure 2 che mostrano sezioni trasversali e longitudinali di giunti, l'utensile proposto consente di ottenere una fonte di calore laddove è necessaria, cioè nelle più immediate vicinanze della zona di interfaccia 43 tra le lamiere da giuntare. Ciò comporta un migliore flusso di materiale plastico 30, con una distribuzione delle temperature più idonea, senza il rischio che si verificano microfusioni. In particolare la figura 2b mostra la saldatura di un giunto per sovrapposizione di una prima lastra 40 su una seconda lastra 41 di materiale metallico.

Vantaggiosamente, la porzione di flusso verticale indotta dal doppio pin favorisce ulteriormente il rimescolamento del materiale nella zona in cui avviene la saldatura.

In figura 2c viene mostrato il medesimo giunto in sezione longitudinale, evidenziando l'inclinazione dell'utensile durante il suo moto di roto-traslazione.

Analoghe considerazioni possono farsi per qualunque tipo di giunto.

Dunque, un utensile secondo il presente trovato comprende una testa comprende un primo solido di rotazione 1 definente una prima ed una seconda base, un secondo solido di rotazione 2 definente una terza ed una quarta base ed un terzo solido di rotazione 3 intermedio tra detti primo e secondo solido di rotazione e definente una quinta ed una sesta base, essendo detta quinta base inferiore a detta seconda base ed in contatto con essa ed essendo detta sesta base superiore a detta terza base ed in contatto con essa, in modo che i tre solidi di rotazione risultano solidali tra loro con i rispettivi assi di rotazione coassiali.

Per saldare i giunti in trasparenza l'utensile, oltre a dovere generare il calore necessario a indurre il flusso plastico di materiale che consente la saldatura, deve fare in modo che tra le due lamiere si formino i raccordi 42 previsti in fase di progetto; per far ciò deve essere esercitata un'azione di forgiatura del materiale della lamiera orizzontale 40' e verticale 41' definenti una T sui raccordi 42 previsti nell'attrezzatura di bloccaggio. Come si può vedere nella figura 2d, l'utensile

consente di generare il calore in una zona più interna, più vicino alla superficie di interfaccia 43 e di generare una spinta verticale in modo da favorire tale processo di formatura dei raccordi.

In base alle considerazioni fatte, risulta chiaro come i vantaggi derivanti dall'uso dell'invenzione proposta consentano di avere un sensibile incremento nella qualità superficiale, soprattutto nella zona dei raccordi dei giunti in trasparenza, e nelle proprietà meccaniche dei giunti così ottenuti.

Per la maggior parte delle applicazioni su leghe di alluminio, negli spessori maggiormente usati dalle industrie aeronautiche, automobilistiche ed aerospaziali, il rapporto tra il diametro della parte intermedia ed il diametro dello shoulder è circa o inferiore a 0,5. In questa maniera si ottiene il miglior compromesso fra la generazione di calore nella zona di separazione fra le lamiere.

E' possibile prevedere diverse diminuzioni brusche della sezione della testa dell'utensile, definendo un prima parte intermedia, e poi una seconda e così via.

Inoltre, è possibile sviluppare molte variazioni in dimensioni o geometria della prima parte o shoulder, della seconda parte o pin e della terza parte o zona intermedia, per esempio munendo di filettatura spiroidale le superfici laterali 21 della seconda parte o 31 della terza parte, oppure munendo di scanalature radiali le parti dell'utensile atte a generare calore cioè le zone 13 e 32. Inoltre, detta protrusione può presentare più di una brusca variazione di sezione muovendo trasversalmente lungo l'asse di rotazione ed andamento qualunque dei tratti regolari, in modo che questi definiscano per esempio sezioni di cilindri, o troncoconi o troncoconi curvi.

Gli elementi e le caratteristiche illustrate nelle diverse forme di realizzazione preferite possono essere combinate senza peraltro uscire dall'ambito di protezione della presente domanda.

RIVENDICAZIONI

1. Utensile di saldatura per attrito definito da un solido di rotazione e definente una sezione trasversale rispetto un asse di rotazione del solido di rotazione ed un relativo andamento decrescente dell'area di detta sezione, l'utensile essendo caratterizzato dal fatto che l'andamento di detta area comprende almeno due discontinuità atte a definire altrettante diminuzioni di detto andamento.
2. Utensile secondo la rivendicazione 1, comprendente un primo solido di rotazione (1) definente una prima ed una seconda base, un secondo solido di rotazione (2) definente una terza ed una quarta base ed un terzo solido di rotazione (3) intermedio tra detti primo e secondo solido di rotazione e definente una quinta ed una sesta base, essendo detta quinta base inferiore a detta seconda base ed in contatto con essa ed essendo detta sesta base superiore a detta terza base ed in contatto con essa, in modo che i tre solidi di rotazione risultano solidali tra loro con i rispettivi assi di rotazione coassiali.
3. Utensile secondo la rivendicazione 2, in cui detto primo solido di rotazione (1) è un cilindro tronco o un cono tronco o un cono curvo tronco.
4. Utensile secondo le rivendicazioni 2 o 3, in cui detto secondo solido di rotazione (2) è un cilindro tronco o un cono tronco o un cono curvo tronco.
5. Utensile secondo le rivendicazioni 2 o 3 o 4, in cui detto terzo solido di rotazione (3) è un cilindro tronco o un cono tronco o un cono curvo tronco.
6. Utensile secondo le rivendicazioni precedenti, in cui la parte di superficie (13) di detta seconda base che eccede rispetto a detta quinta base comprende scanalature radiali.
7. Utensile secondo le rivendicazioni precedenti, in cui la parte di superficie (32) di detta sesta base che eccede rispetto a detta terza base comprende scanalature radiali.
8. Utensile secondo le rivendicazioni precedenti, in cui una o più porzioni della superficie laterale del solido di rotazione comprende una filettatura spiroidale.
9. Utensile secondo le rivendicazioni precedenti, in cui il rapporto tra il diametro medio di detto secondo solido di rotazione ed il diametro medio di detto primo solido di rotazione è 0,5.

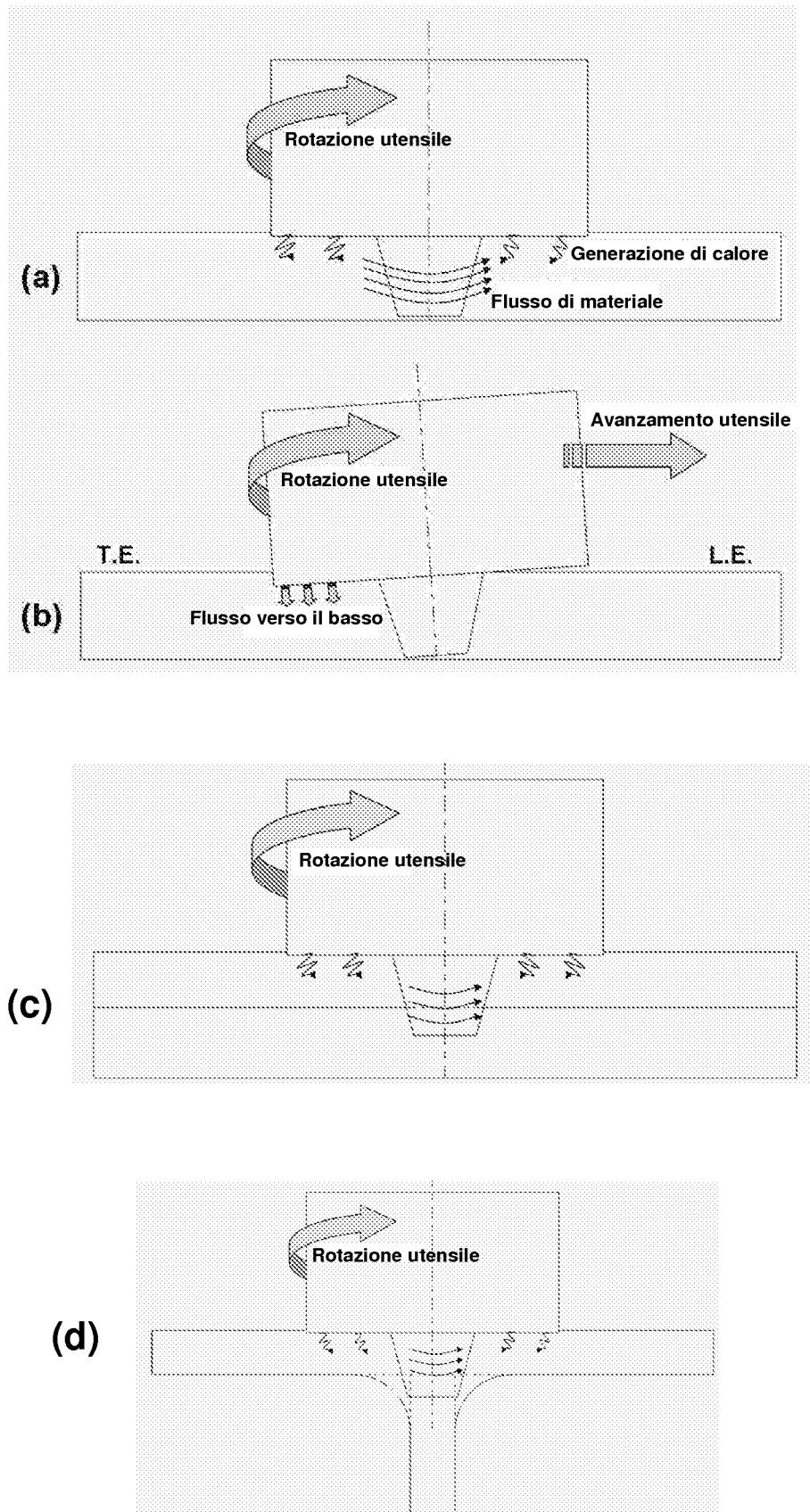


Fig. 1 (Stato della tecnica)

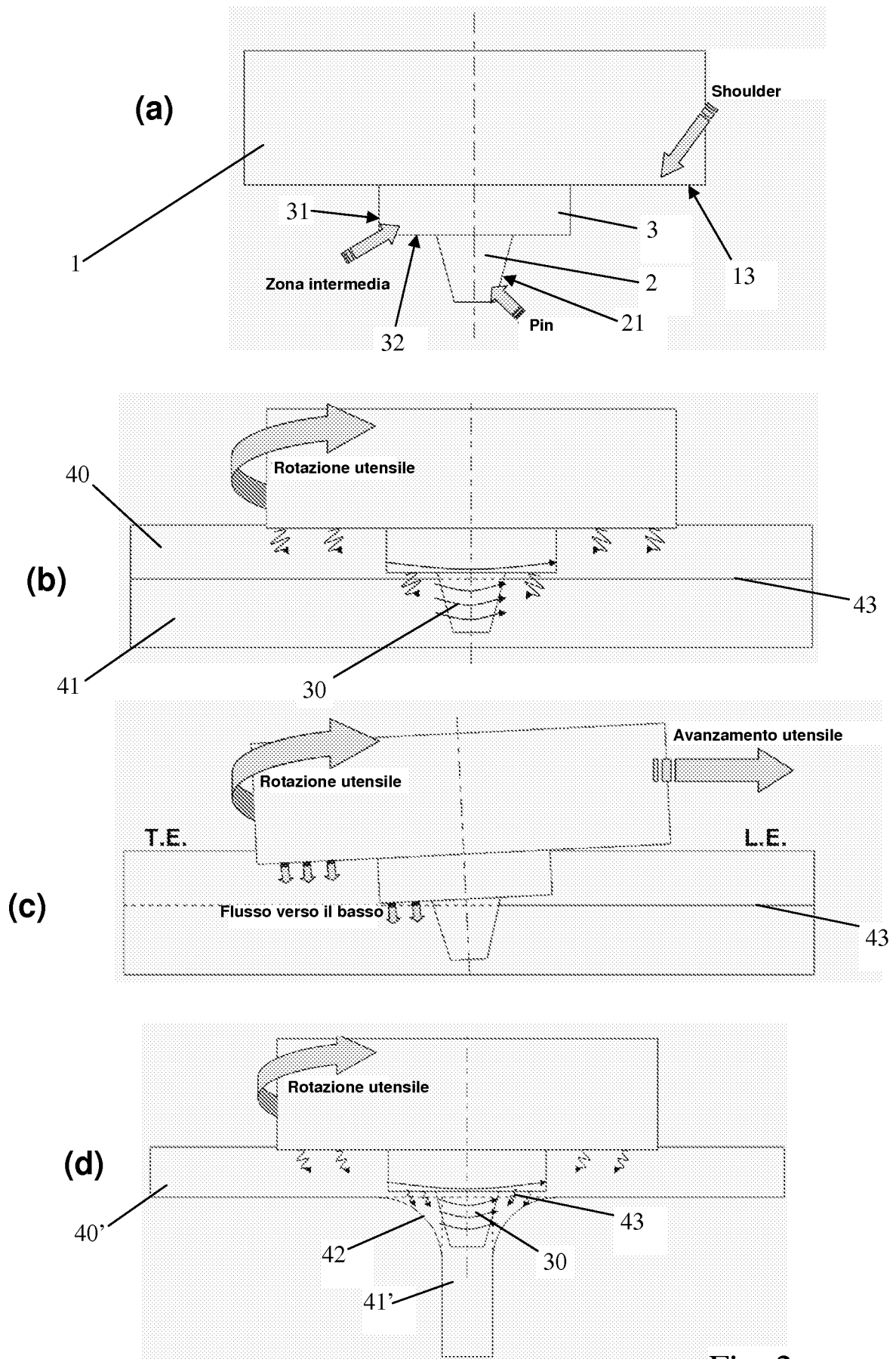


Fig. 2