



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

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102009901770309
Data Deposito	02/10/2009
Data Pubblicazione	02/04/2011

Classifiche IPC

Titolo

METODO PER REALIZZARE PORZIONI DI SUPERFICI CONCAVE SFERICHE O DI RIVOLUZIONE
--

"Titolo"

Metodo per realizzare porzioni di superfici concave sferiche
o di rivoluzione

DESCRIZIONE

5 *Campo dell'invenzione*

La presente invenzione riguarda un metodo per realizzare superfici concave sferiche o di rivoluzione.

Il metodo secondo l'invenzione può essere utilizzato in particolare per ottenere superfici concave sferiche o di
10 rivoluzione fresando, o sottoponendo ad altre lavorazioni che prevedono l'asportazione di truciolo, materiali metallici, materie plastiche, legno o altri materiali ancora.

Stato della Tecnica

Nella produzione di particolari componenti meccanici può
15 essere necessario o desiderabile ottenere superfici concave sferiche - o più in generale di rivoluzione - concave, con elevata precisione di forma.

Un esempio di dette superfici concave sferiche o di rivoluzione è rappresentato dalle piste dei cuscinetti a
20 sfere, notoriamente realizzati attraverso una prima operazione di molatura e successiva rettifica.

Le suddette lavorazioni note non consentono tuttavia di ottenere i risultati desiderati e richiedono tempi e costi di lavorazione elevati.

25 Uno scopo della presente invenzione è pertanto quello di provvedere un metodo per realizzare superfici concave sferiche o di rivoluzione, che non presenti gli inconvenienti dell'arte nota.

Non ultimo scopo dell'invenzione consiste nel provvedere
30 un metodo del tipo suddetto che possa essere utilizzato industrialmente con costi contenuti e si presti pertanto a lavorazione in grande serie.

Sommario dell'invenzione

I suddetti ed altri scopi dell'invenzione vengono conseguiti, secondo un primo aspetto della presente invenzione, con un metodo per realizzare porzioni di superfici sferiche o comunque di rivoluzione, avente le
5 caratteristiche definite nelle unite rivendicazioni.

I vantaggi conseguibili con la presente invenzione risulteranno più evidenti, al tecnico del settore, dalla seguente descrizione dettagliata di alcuni esempi di realizzazione particolare a carattere non limitativo, dati
10 con riferimento alle seguenti figure schematiche.

Elenco delle Figure

- la Figura 1 mostra una vista laterale, parzialmente sezionata, di una fase di lavorazione del metodo secondo una prima forma di realizzazione dell'invenzione;

15 - la Figura 2 è una vista parzialmente sezionata lungo il piano A-A di Figura 1;

- le Figure 3A e 3B sono altrettanti esempi di utensili dotati di taglienti divergenti rispetto all'asse di rotazione dell'utensile;

20 - la Figura 3C è un esempio di utensile dotato di tagliente convergente verso l'asse di rotazione dell'utensile;

- la Figura 4 mostra, in vista prospettica, la superficie ideale di rivoluzione generata dall'insieme dei taglienti
25 dell'utensile delle Figure 1, 2, quando questo ruota attorno al suo asse di rotazione utensile;

- la Figura 5 mostra una vista laterale, parzialmente sezionata, di una fase di lavorazione del metodo secondo una seconda forma di realizzazione dell'invenzione;

30 - la Figura 6 mostra una vista frontale, in sezione secondo il piano passante sia per l'asse di rotazione utensile che per l'asse di rotazione pezzo, della superficie di rivoluzione fresata con l'utensile di Figura 5;

- le Figure 7, 8 e 9 mostrano ciascuna una vista laterale di un utensile utilizzabile rispettivamente in una terza, quarta e quinta forma di realizzazione del metodo secondo l'invenzione;
- 5 - la Figura 10 mostra una vista laterale, parzialmente in sezione, di un istante della lavorazione di una superficie di rivoluzione concava, secondo una sesta forma di realizzazione dell'invenzione;
- la Figura 11 mostra una vista frontale, in sezione
10 secondo il piano passante sia per l'asse di rotazione utensile che per l'asse di rotazione pezzo, della superficie di rivoluzione ottenuta con la lavorazione di Figura 10;
- la Figura 12 mostra una vista prospettica, di un istante della lavorazione di una superficie di rivoluzione concava,
15 secondo una settima forma di realizzazione dell'invenzione;
- la Figura 13 mostra una vista prospettica, di un istante della lavorazione di una superficie di rivoluzione concava, secondo la lavorazione di Figura 1;
- la Figura 14 mostra una situazione in cui l'asse di
20 rotazione pezzo e l'utensile si trovano da parti opposte, rispetto alle porzioni dei taglienti, che durante la lavorazione agiscono sul pezzo da lavorare PL.

Descrizione dettagliata

Con riferimento alle Figure 1 e 2 è illustrata una prima
25 forma di realizzazione del metodo di lavorazione secondo la presente invenzione. Tale forma di realizzazione prevede l'utilizzo di un utensile 1, che nel caso particolare è un utensile di fresatura di forma sostanzialmente cilindrica. La testa 3 dell'utensile 1 è provvista di una pluralità di
30 inserti di taglio 5, per esempio inserti ceramici. Ciascun inserto 5 è a sua volta provvisto di un bordo di taglio, o tagliente, 7 che nel presente esempio di realizzazione ha un profilo circolare e descrive un arco di circonferenza di circa 120° di apertura, in modo che l'utensile 1 possa

tagliare il materiale da lavorare, sia avanzando in direzione puramente assiale (asse ARF in Figura 1, indicato anche, nella presente descrizione, come "asse di rotazione utensile"), sia avanzando in una direzione puramente radiale, cioè perpendicolare all'asse ARF, sia avanzando con una
 5 combinazione degli avanzamenti assiale e radiale.

L'utensile 1 è predisposto per fresare il materiale del pezzo in lavorazione PL ruotando su se stesso attorno al proprio asse ARF.

10 Secondo l'invenzione, durante la lavorazione, l'utensile 1 e il pezzo da lavorare PL non seguono solo un moto relativo, l'uno rispetto all'altro, di rotazione attorno all'asse ARF, ma allo stesso tempo seguono anche un moto relativo di rotazione attorno ad un secondo asse di rotazione
 15 ARP, indicato anche nella presente descrizione come "asse di rotazione pezzo".

Sempre secondo l'invenzione, i taglienti 7 sono disposti in modo da essere rivolti, o affacciarsi, in direzioni divergenti dall'asse di rotazione utensile ARF.

20 Per meglio comprendere questa disposizione "divergente" dei taglienti ci si riferirà alle Figure 3A-3C, in cui le frecce indicano approssimativamente le direzioni verso cui i taglienti 7 sono rivolti, o affacciati: nelle Figure 3A, 3B i taglienti 7 sono rivolti verso direzioni divergenti dall'asse
 25 di rotazione utensile ARF, cioè con una disposizione secondo l'invenzione; al contrario, in Figura 3C i taglienti 7 sono rivolti verso lo stesso asse di rotazione utensile ARF, cioè in direzione convergente rispetto a detto asse ARF.

Secondo l'invenzione, il moto relativo tra utensile 1 ed
 30 il pezzo da lavorare PL di rotazione attorno all'asse di rotazione pezzo ARP può essere realizzato:

- sia muovendo solo l'utensile 1 rispetto alla carcassa della macchina utensile che esegue la lavorazione, e tenendo il pezzo da lavorare PL fisso rispetto alla carcassa;

- sia muovendo l'utensile 1 e il pezzo da lavorare PL rispetto alla carcassa della macchina utensile;
 - sia tenendo fisso l'utensile 1 rispetto alla carcassa e facendo muovere rispetto ad essa solo il pezzo da lavorare
- 5 PL.

Nell'esempio di realizzazione delle Figure 1 e 2 l'asse di rotazione pezzo ARP e l'utensile 1 si trovano dalla stessa parte, rispetto alla porzione del tagliente 7, o alle porzioni dei taglienti 7, che durante la lavorazione agiscono sul pezzo da lavorare, tagliandolo o comunque asportando da

10 esso materiale; in Figura 14, al solo scopo di meglio comprendere la descrizione, è illustrata la situazione in cui l'asse di rotazione pezzo ARP e l'utensile 1 si trovano da parti opposte, rispetto alle porzioni dei taglienti 7, che

15 durante la lavorazione agiscono sul pezzo da lavorare PL.

Nell'esempio di realizzazione delle Figure 1 e 2 l'asse di rotazione utensile ARF durante la lavorazione giace in un piano perpendicolare all'asse di rotazione pezzo ARP e rimane inoltre costantemente perpendicolare a e incidente con l'asse

20 ARP. Ciò vantaggiosamente permette di tagliare superfici di rivoluzione a forma di segmenti sferici concavi, con grande precisione di forma.

E' da notare che, per ottenere superfici sferiche concave, la forma dell'utensile e in particolare dei suoi

25 taglienti 7 è relativamente poco influente.

Nel caso in cui gli assi di rotazione utensile ARF, e di rotazione pezzo ARP, sono incidenti, si è infatti notato che è possibile ottenere superfici fresate, o comunque lavorate, concave di forma sferica, con utensili aventi una grande

30 varietà di forme, purché lo spessore del pezzo grezzo da lavorare sia sufficientemente ridotto.

Con riferimento alla Figura 4 e considerando il procedimento di fresatura di Figura 1 e 2, l'insieme dei taglienti 7, quando l'utensile 1 ruota su se stesso attorno

all'asse di rotazione utensile ARF, generano una superficie di rivoluzione ideale SRUT indicata, nella presente descrizione, come "superficie di rivoluzione taglienti". Riferendoci in particolare alla Figura 2, immaginando di appoggiare tale superficie di rivoluzione SRUT sulla superficie di una cavità sferica ideale SCSF - indicata anche, nella presente descrizione, come "sfera ideale di contenimento" -, avente centro CL nel punto di intersezione tra gli assi ARF e ARP, e dimensioni tali da poter contenere la superficie di rivoluzione SRUT, l'insieme dei punti di appoggio - o di tangenza - di tale superficie di rivoluzione SRUT con la superficie sferica SCSF forma una e una sola circonferenza CCONT, indicata con linea a tratto-punto in Figura 4.

Si è osservato che, se la porzione del pezzo grezzo da lavorare in prossimità della zona di lavorazione non si estende, in direzione parallela all'asse di rotazione pezzo ARP, al di fuori della circonferenza CCONT (come mostrato in Figura 2 dove, in particolare lo spessore SPL del pezzo da lavorare PL nella zona di lavorazione è minore del diametro della circonferenza CCONT), la superficie sferica fresata - o comunque lavorata dall'utensile 1 - che si ottiene, è una porzione di superficie sferica, indipendentemente dalla specifica forma dei taglienti 7.

Se invece la porzione del pezzo grezzo da lavorare in prossimità della zona di lavorazione si estende, in direzione parallela all'asse di rotazione pezzo ARP, al di fuori della circonferenza CCONT, la superficie sferica fresata - o comunque lavorata dall'utensile 1 - che si ottiene, è in generale una porzione di superficie di rivoluzione non necessariamente sferica, a meno che i taglienti dell'utensile 1 abbiano forme particolari, per esempio tali che l'estremità della superficie di rivoluzione SRUT abbia forma emisferica,

oppure nelle particolari condizioni nel seguito descritte con riferimento alle Figure 5 e 6.

Tuttavia se gli assi di rotazione utensile ARF, e di rotazione pezzo ARP, sono incidenti, la superficie sferica
 5 fresata - o comunque lavorata dall'utensile 1 - che si ottiene, comprende comunque un segmento sferico, come si spiegherà più dettagliatamente in seguito.

Generalizzando quanto sopra al caso in cui l'insieme dei punti di appoggio - o di tangenza - della superficie di
 10 rivoluzione utensile SRUT con la superficie sferica SCSF formi due o più circonferenze CCONT, la superficie sferica fresata - o comunque lavorata dall'utensile 1 - che si ottiene è una porzione di superficie sferica, indipendentemente dalla specifica forma dei taglienti 7 se la
 15 porzione del pezzo grezzo da lavorare in prossimità della zona di lavorazione non si estende, in direzione parallela all'asse di rotazione pezzo ARP, al di fuori della circonferenza CCONT più prossima alla superficie del pezzo da lavorare PL, misurando tale prossimità secondo una direzione
 20 parallela all'asse di rotazione utensile ARF.

In altri casi, come per esempio quello dell'utensile 1' mostrato in Figura 5, l'insieme dei taglienti 7' ha forma tale che la superficie di rivoluzione utensile SRUT' non comprende una porzione di superficie sferica, ma è comunque
 25 tale da far sì che esista una superficie sferica cava immaginaria SCI', indicata nella presente descrizione come "sfera limite" e avente raggio RL', (raggio limite) opportuno, tale che, allo stesso tempo:

- la sfera limite SCI' può contenere completamente - cioè
 30 senza intersecarla o compenetrarla - l'estremità libera della superficie di rivoluzione taglienti SRUT';
- l'insieme dei punti di contatto tra la sfera limite SCI' e l'estremità libera della superficie di rivoluzione taglienti SRUT', quando la sfera è appoggiata contro l'estremità

libera, formano due (o più) distinte circonferenze nello spazio CCONT1', CCONT2', chiaramente giacenti su due diversi piani normali all'asse di rotazione utensile ARF e aventi i rispettivi centri su tale asse di rotazione utensile ARF.

5 In tali condizioni, il centro CL' della sfera limite SCI' giace sull'asse di rotazione utensile ARF.

Tale situazione si può avere per esempio sia nel caso di Figura 5, in cui la superficie di rivoluzione SRUT' definisce due diversi risalti anulari RSA1', RSA2', sia nel caso di
10 Figura 7, in cui la superficie di rivoluzione SRUT" definisce due scalini SCA1", SCA2".

In tal caso si è notato che, se l'asse di rotazione pezzo ARP interseca l'asse di rotazione utensile ARF ad una distanza DIST1 dalla superficie del pezzo da lavorare,
15 misurata secondo l'asse ARF, minore del raggio limite RL' (vedasi il riferimento ARP1 nelle Figure 5 e 7, dove i riferimenti ARP1, ARP2 indicano l'asse di rotazione pezzo perpendicolare al foglio in due posizioni diverse), la superficie sferica fresata - o comunque lavorata
20 dall'utensile 1 - che si ottiene è una porzione di superficie sferica, indipendentemente dalla specifica forma dei taglienti 7, 7' e dallo spessore SPL del pezzo da lavorare grezzo PL in prossimità della zona di lavorazione.

Se invece l'asse di rotazione pezzo interseca l'asse di
25 rotazione utensile ARF a una distanza DIST2 dalla superficie del pezzo da lavorare, maggiore del raggio limite RL' (vedasi il riferimento ARP2 nelle Figure 5 e 7), la superficie sferica fresata - o comunque lavorata dall'utensile 1 - che si ottiene è una superficie di rivoluzione non
30 necessariamente sferica, a meno che per esempio il tagliente o i taglienti dell'utensile abbiano forme particolari, oppure che lo spessore del pezzo grezzo da lavorare in prossimità della zona di lavorazione sia sufficientemente grande; più precisamente e come esposto più sopra, per poter ottenere

superfici lavorate sferiche, la porzione del pezzo grezzo da lavorare in prossimità della zona di lavorazione non deve estendersi, in direzione parallela all'asse di rotazione pezzo ARP, al di fuori della circonferenza CCONT' (Figura 5),
 5 dove tale circonferenza CCONT', non necessariamente coincidente con la circonferenza CCONT2', è l'insieme dei punti di appoggio della superficie di rivoluzione taglienti SRUT' con la cavità sferica ideale SCSF', avente centro nel punto di intersezione tra gli assi ARF e ARP2, e dimensioni
 10 tali da poter contenere la superficie di rivoluzione SRUT'; la superficie sferica SCSF' essendo indicata con linea a tratto-punto in Figura 5.

Con riferimento alla Figura 6, se invece la porzione del pezzo grezzo da lavorare in prossimità della zona di
 15 lavorazione si estende, in direzione parallela all'asse di rotazione pezzo ARP, al di fuori della circonferenza CCONT', e gli assi di rotazione utensile ARF e di rotazione pezzo ARP sono tra loro incidenti, la superficie fresata o comunque lavorata che si ottiene comprende comunque un segmento
 20 sferico centrale SSC di raggio di curvatura RSSC, ai cui fianchi si estendono due superfici di rivoluzione laterali SRL aventi corrispondente raggio di curvatura RSRL.

Le Figure 7, 8 e 9 mostrano altrettanti esempi di utensili e di taglienti, utilizzabili in un metodo di
 25 lavorazione secondo l'invenzione, cui possono essere applicati gli insegnamenti precedentemente esposti, definenti corrispondenti circonferenze indicate con CCONT1, CCONT2.

In altre forme di realizzazione, come per esempio quella mostrata in Figura 10, l'asse di rotazione utensile ARF
 30 durante la lavorazione può anche ruotare rigidamente attorno all'asse ARP giacendo costantemente in un piano perpendicolare all'asse di rotazione pezzo ARP (nella vista di Figura 10, perpendicolare al piano del foglio) senza essere incidente con l'asse ARP; in tal caso però, la

superficie di rivoluzione risultante fresata, o comunque lavorata dall'utensile 1 - della quale Figura 11 mostra una sezione secondo un piano passante per l'asse di rotazione pezzo ARP - non comprende un segmento sferico, ma è
 5 semplicemente una gola di sezione circolare avente un raggio di curvatura RCG comunque minore del raggio RSC della sfera circoscritta alla gola stessa e, nel presente esempio, anche minore del raggio RSI della sfera inscritta alla gola.

Se invece gli assi di rotazione utensile ARF e di
 10 rotazione pezzo ARP sono incidenti, la superficie di rivoluzione risultante fresata, o comunque lavorata dall'utensile 1 comprende comunque un segmento sferico (ad esempio riferimento SSC in Figura 6), il cui raggio RSSC è il raggio della sfera circoscritta alla superficie fresata e
 15 avente centro nel punto di intersezione degli assi ARF e ARP.

Cioè, il fatto che gli assi di rotazione pezzo ARP e di rotazione utensile ARF siano tra loro incidenti consente di realizzare per asportazione di truciolo superfici cave sferiche o a forma di segmento sferico, aventi raggi di
 20 curvatura notevolmente maggiori delle dimensioni dell'utensile utilizzato, e in particolare, notevolmente maggiori delle dimensioni dei suoi taglienti 7.

Chiaramente, più i due assi ARP e ARF si allontanano dalla situazione ideale di incidenza perfetta, a causa di
 25 imprecisioni costruttive e di montaggio della macchina utensile, e diventano assi sghembi tra loro non incidenti - come mostrato in Figura 12 - e sempre più lontani tra loro, più aumentano gli errori di sfericità della superficie fresata.

30 In altre forme di realizzazione ancora, come per esempio quella mostrata in Figura 12, l'asse di rotazione utensile ARF durante la lavorazione è incidente con, ma non perpendicolare, all'asse di rotazione pezzo ARP (l'angolo α è cioè diverso da 90°): ciò fa sì che la superficie di

rivoluzione concava SR, tagliata dall'utensile 1, abbia la forma di un segmento sferico asimmetrico rispetto al piano ideale normale all'asse di rotazione pezzo ARP e passante per il centro della superficie sferica di cui la superficie
 5 fresata fa parte.

Con riferimento alla Figura 13, che mostra una vista prospettica, di un istante della lavorazione di una superficie di rivoluzione concava, secondo il metodo di lavorazione descritto con riferimento alla Figura 1, in cui è
 10 $\alpha = 90^\circ$, la superficie di rivoluzione SR' tagliata ha la forma di un segmento sferico simmetrico rispetto al piano ideale normale all'asse di rotazione pezzo ARP e passante per il centro della superficie sferica di cui la superficie fresata fa parte.

Una conseguenza della relativamente scarsa influenza della forma dei taglienti 7, 7' dell'utensile 1 sulla sfericità della superficie fresata finale è la notevole precisione di forma con cui il metodo di lavorazione secondo l'invenzione permette di tagliare superfici sferiche o di
 20 rivoluzione. Ciò permette di realizzare con un'unica operazione di fresatura superfici sferiche che devono avere errori di forma e tolleranze molto contenute, come per esempio le sedi sferiche concave di grossi cuscinetti orientabili, a sfere o a rulli, sostituendo le attuali
 25 lavorazioni che prevedono una prima molatura di sgrossatura e una seconda operazione di rettifica, sempre tramite mola abrasiva, riducendo i tempi di lavorazione. Vantaggiosamente, per aumentare la precisione della lavorazione, si può effettuare la suddetta unica operazione di fresatura sul
 30 pezzo meccanico temprato, utilizzando utensili di durezza adeguata, per esempio provvisti di inserti di nitruro di boro cubico (CBN) o altri materiali ceramici.

Un'altra conseguenza, della relativamente scarsa influenza della forma dei taglienti 7, 7' dell'utensile 1

sulla sfericità della superficie fresata finale, è che grazie alla presente invenzione è possibile sostituire meno frequentemente gli utensili: infatti, le variazioni della forma dei taglienti dovute all'usura durante la lavorazione
5 hanno scarsa influenza sugli errori di sfericità della superficie fresata.

Come già esposto, un metodo di lavorazione secondo l'invenzione può essere eseguito con una grande varietà di utensili e taglienti, alcuni dei quali già mostrati nelle
10 figure.

Gli esempi di realizzazione precedentemente descritti sono suscettibili di diverse modifiche e varianti, pur senza fuoriuscire dall'ambito di protezione della presente invenzione.

15

RIVENDICAZIONI

1. Metodo per realizzare porzioni di superfici concave sferiche o di rivoluzione, comprendente le seguenti operazioni:

- 5 - predisporre un utensile (1,1') provvisto di uno o più taglienti (7, 7');
- predisporre un pezzo da lavorare (PL);
- lavorare con il tagliente dell'utensile (1, 1') il pezzo da lavorare (PL), facendo ruotare l'utensile su se stesso
10 attorno ad un asse di rotazione utensile (ARF) e, allo stesso tempo facendo ruotare il pezzo da lavorare (PL) su se stesso attorno a un asse di rotazione pezzo (ARP), dove l'asse di rotazione utensile (ARF) è trasversale all'asse di rotazione pezzo (ARP), e ciascuno dei taglienti è rivolto verso una
15 direzione divergente dall'asse di rotazione utensile (ARF).

2. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui l'asse di rotazione pezzo (ARP) e l'utensile si trovano dalla stessa parte rispetto alle porzioni dell'uno o più taglienti che durante la lavorazione agiscono sul pezzo da lavorare (PL).

- 20 3. Metodo secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui l'utensile ha una forma tale che la superficie di rivoluzione utensile (SRUT), cioè la superficie di rivoluzione ideale generata dalla rotazione dell'uno o più taglienti attorno all'asse di rotazione utensile (ARF), non comprende segmenti sferici,
25 calotte sferiche, sfere o semisfere.

4. Metodo secondo una o più rivendicazioni precedenti, in cui l'asse di rotazione pezzo (ARP) e l'asse di rotazione utensile (ARF) sono tra loro incidenti.

5. Metodo secondo una o più rivendicazioni precedenti, in cui
30 l'asse di rotazione pezzo (ARP) giace in un piano perpendicolare all'asse di rotazione utensile (ARF).

6. Metodo secondo una o più rivendicazioni da 1 a 3, in cui l'asse di rotazione pezzo (ARP) e l'asse di rotazione utensile (ARF) sono tra loro sghembi e non incidenti.

7. Metodo secondo una o più rivendicazioni da 1 a 5, in cui, definita superficie di rivoluzione utensile (SRUT) la superficie di rivoluzione ideale generata dalla rotazione
 5 dell'uno o più taglienti attorno all'asse di rotazione utensile (ARF) e sfera ideale di contenimento (SCSF) una cavità sferica ideale avente centro (CL) nel punto di intersezione tra l'asse di rotazione utensile (ARF) e l'asse di rotazione pezzo (ARP) e dimensioni tali da poter contenere
 10 la superficie di rivoluzione utensile (SRUT) appoggiandosi contro di essa senza compenetrarla, l'utensile (1,1') ha forma tale che l'insieme dei punti di appoggio della superficie di rivoluzione utensile (SRUT) contro la sfera ideale di contenimento (SCSF) comprende una o più
 15 circonferenze di contatto (CCONT) e il pezzo da lavorare (PL) nella zona di lavorazione sostanzialmente non si estende, in direzione parallela all'asse di rotazione pezzo (ARP), al di fuori della circonferenza di contatto (CCONT) più prossima alla superficie del pezzo da lavorare, misurando tale
 20 prossimità parallelamente all'asse di rotazione utensile (ARF).

8. Metodo secondo una o più rivendicazioni da 1 a 5, in cui, definita superficie di rivoluzione utensile (SRUT) la superficie di rivoluzione ideale generata dalla rotazione
 25 dell'uno o più taglienti (7,7') attorno all'asse di rotazione utensile (ARF) e sfera ideale di contenimento (SCSF) una cavità sferica ideale avente centro (CL) nel punto di intersezione tra l'asse di rotazione utensile (ARF) e l'asse di rotazione pezzo (ARP) e dimensioni tali da poter contenere
 30 la superficie di rivoluzione utensile (SRUT) appoggiandosi contro di essa senza compenetrarla, l'utensile (1,1') ha forma tale che l'insieme dei punti di appoggio della superficie di rivoluzione utensile (SRUT) contro la sfera ideale di contenimento (SCSF) comprende una o più

circonferenze di contatto (CCONT) e il pezzo da lavorare (PL) nella zona di lavorazione sostanzialmente si estende, in direzione parallela all'asse di rotazione pezzo (ARP), al di fuori della circonferenza di contatto (CCONT) più prossima
5 alla superficie del pezzo da lavorare, misurando tale prossimità parallelamente all'asse di rotazione utensile (ARF).

9. Metodo secondo una o più rivendicazioni precedenti, dove l'uno o più taglienti (7,7') dell'utensile (1,1') sono
10 predisposti per incidere o abraderare avanzando in direzione sia parallela che perpendicolare all'asse di rotazione utensile (ARF).

10. Metodo secondo una o più rivendicazioni precedenti, dove l'uno o più taglienti (7,7') dell'utensile (1,1') definiscono
15 un profilo comprendente un arco di circonferenza.

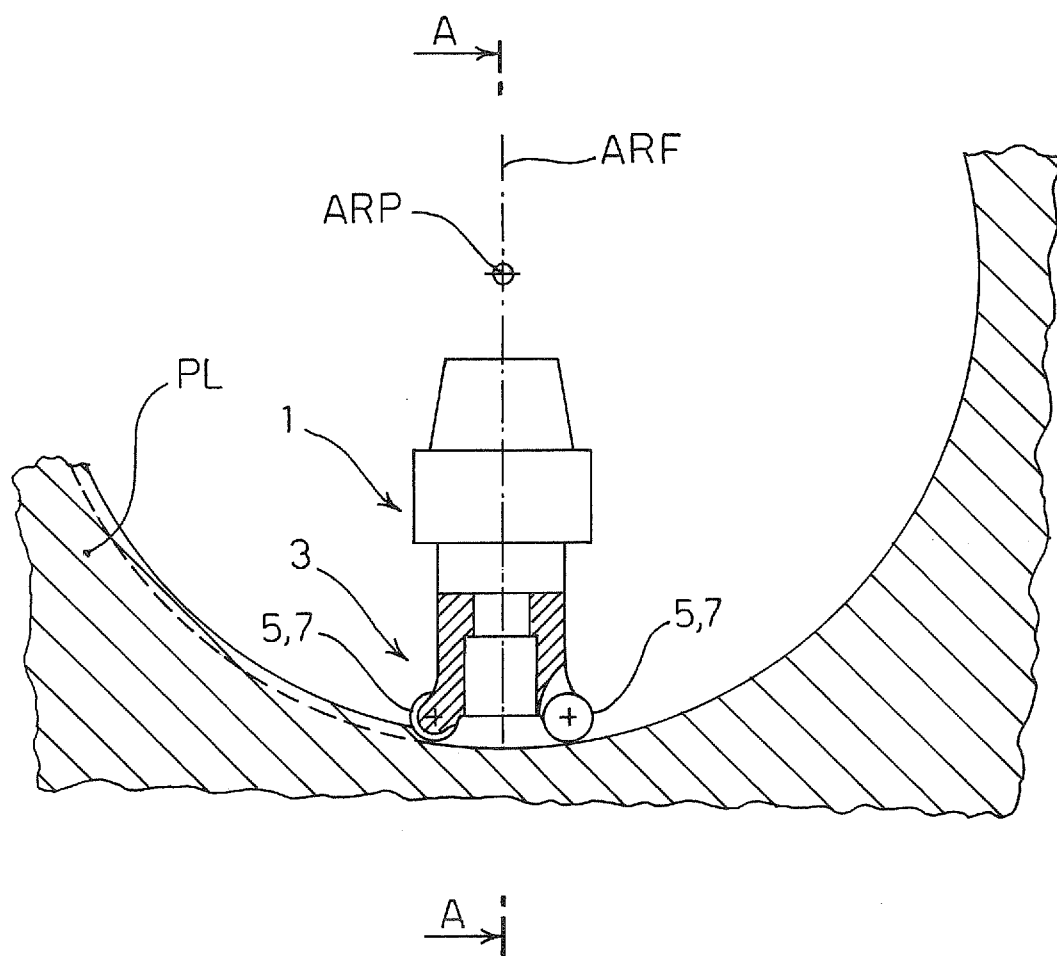


FIG. 1

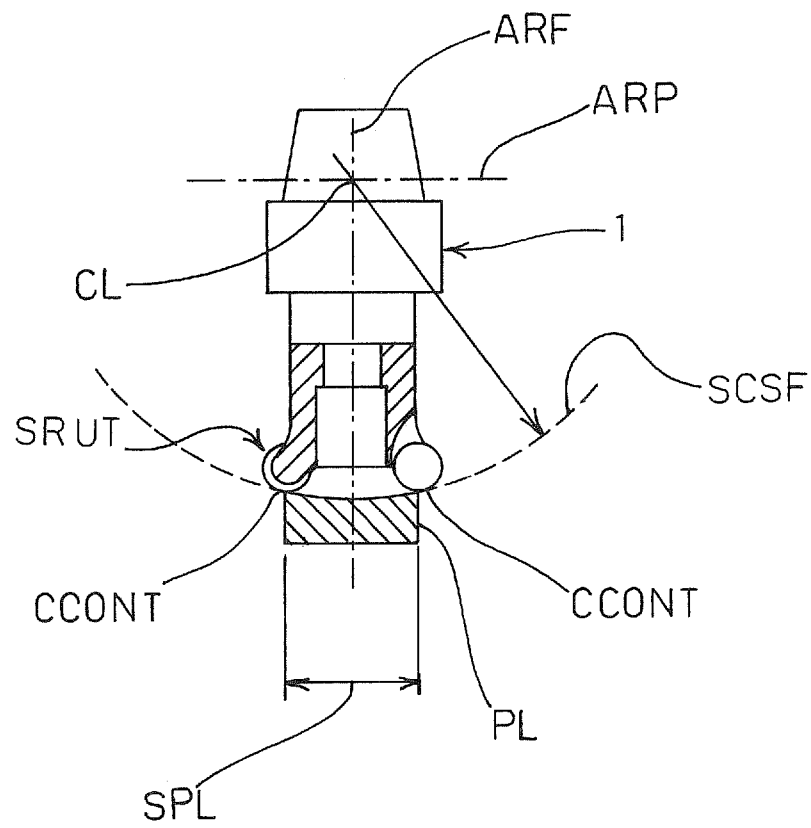


FIG. 2

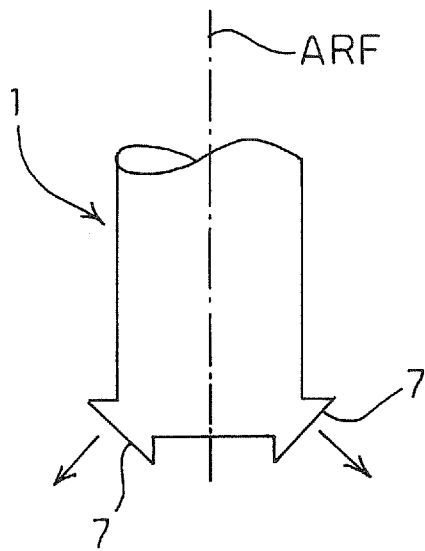


FIG. 3A

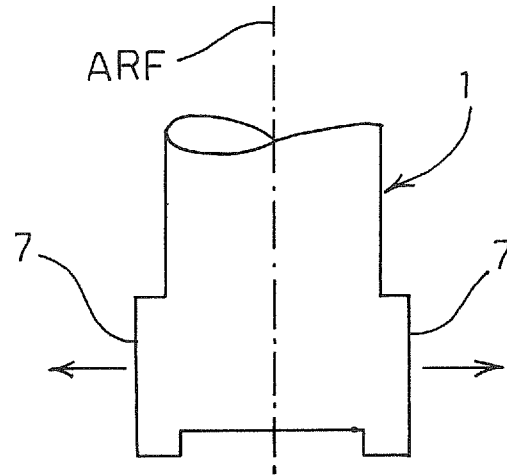


FIG. 3B

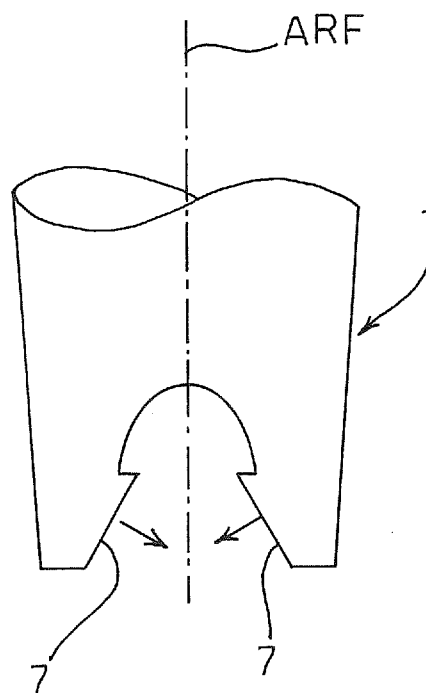


FIG. 3C

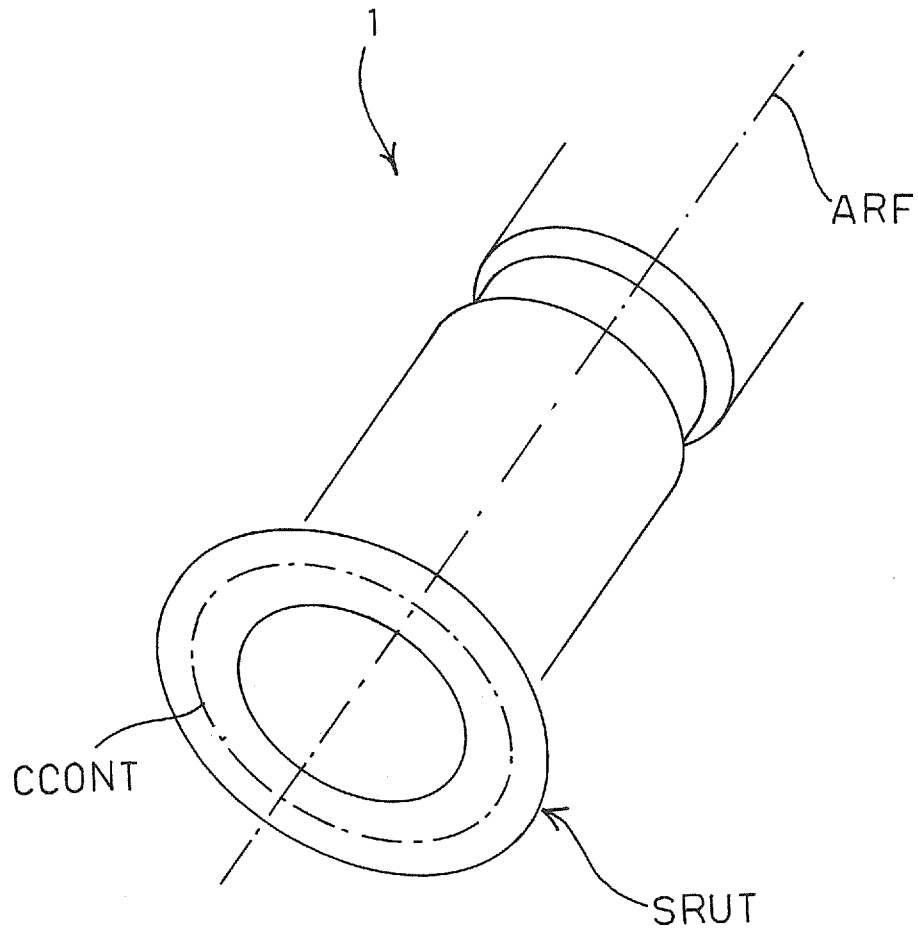


FIG. 4

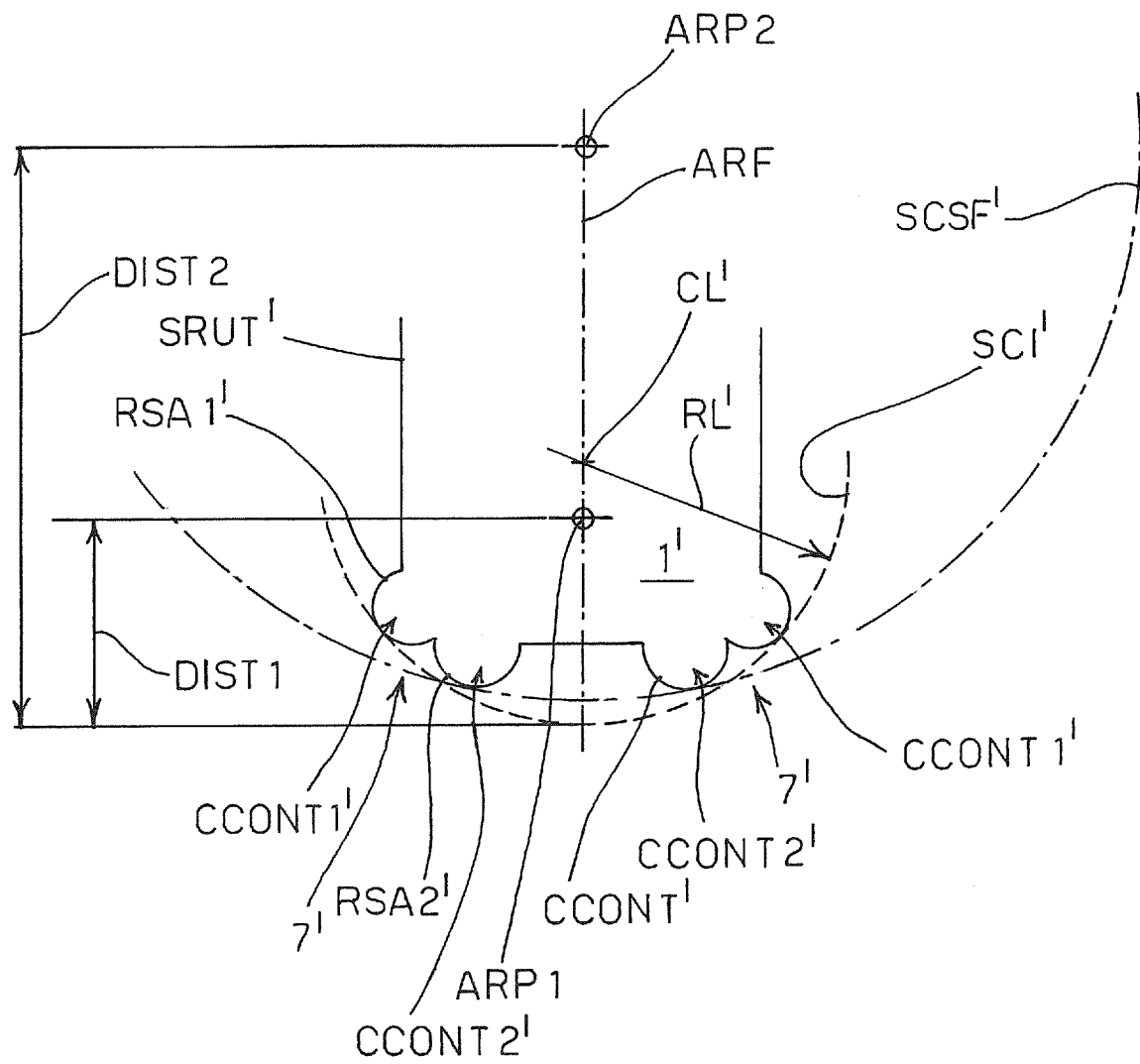


FIG. 5

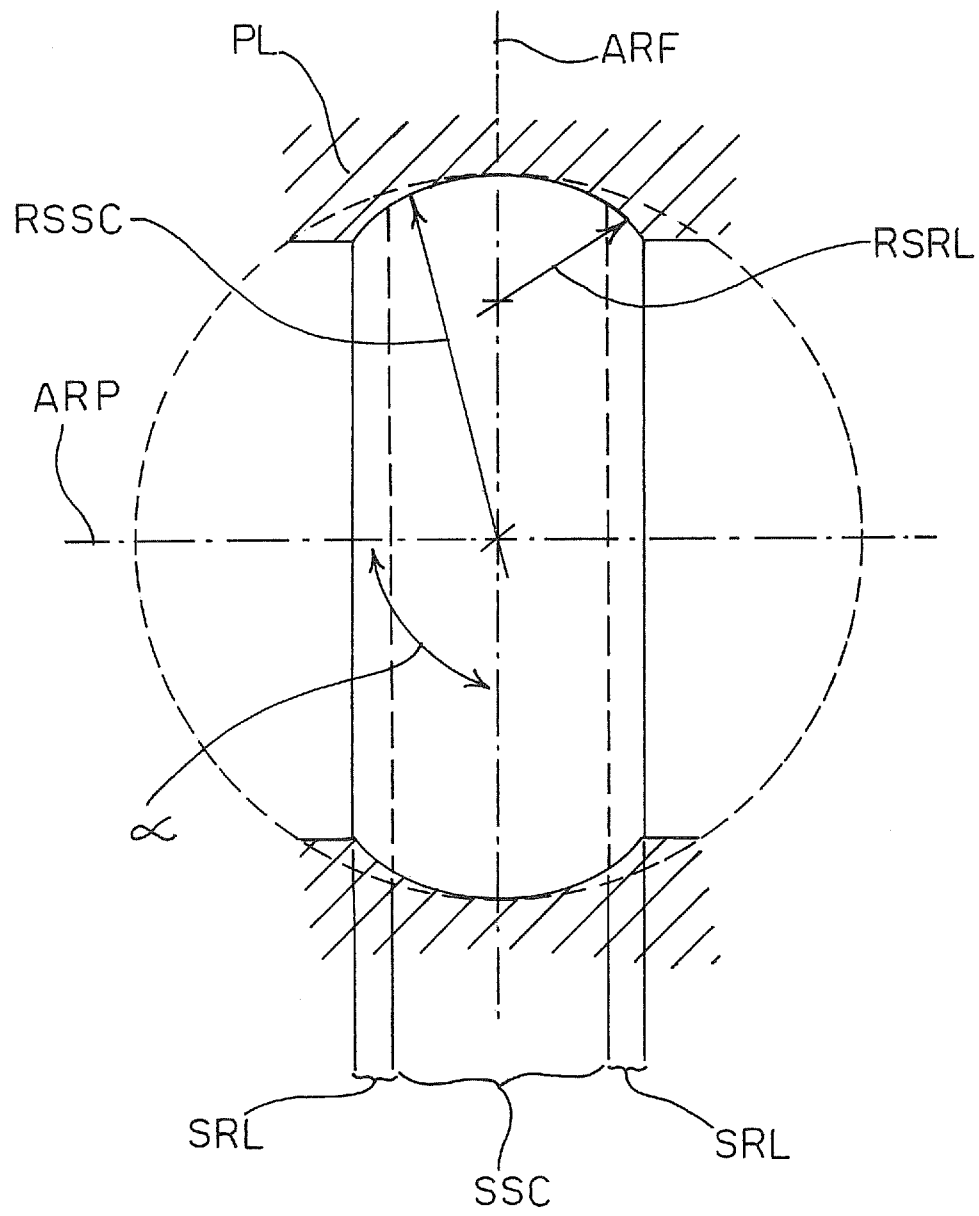


FIG. 6

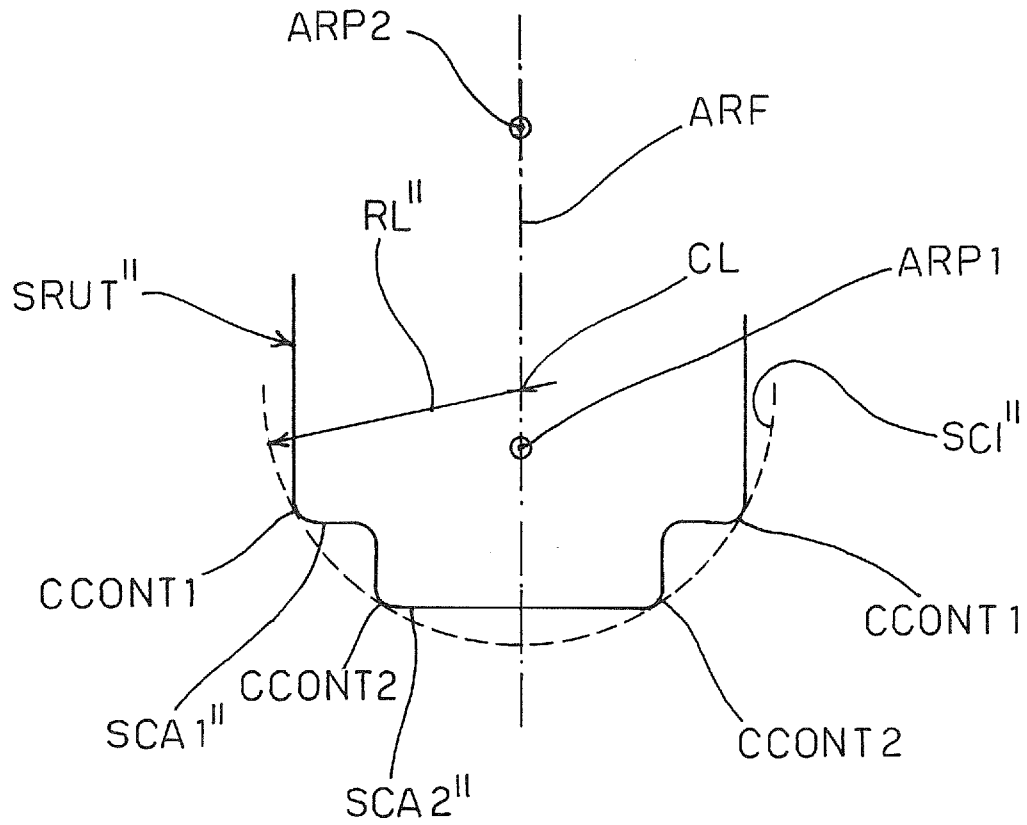


FIG. 7

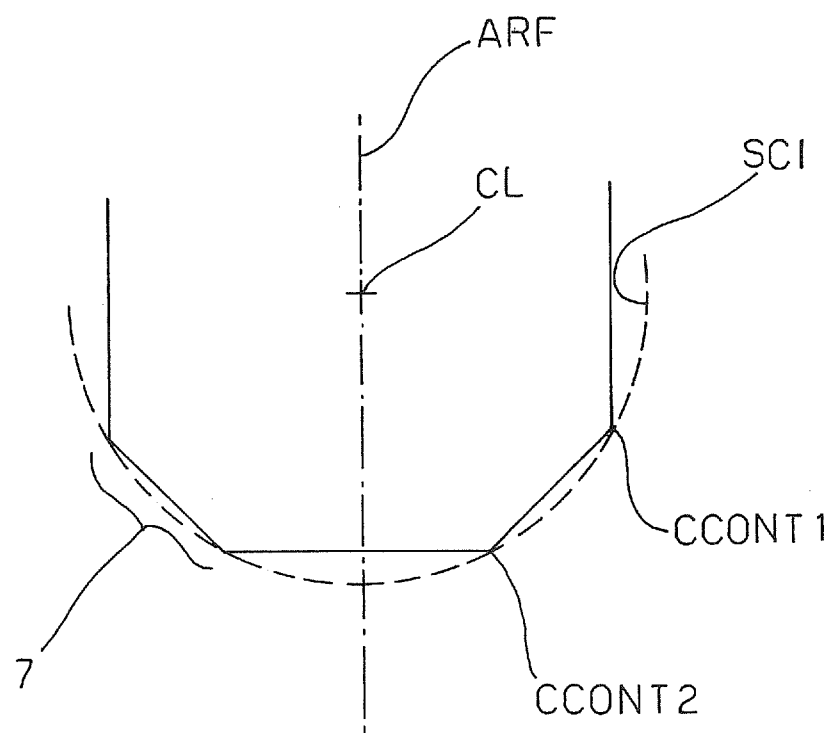


FIG. 9

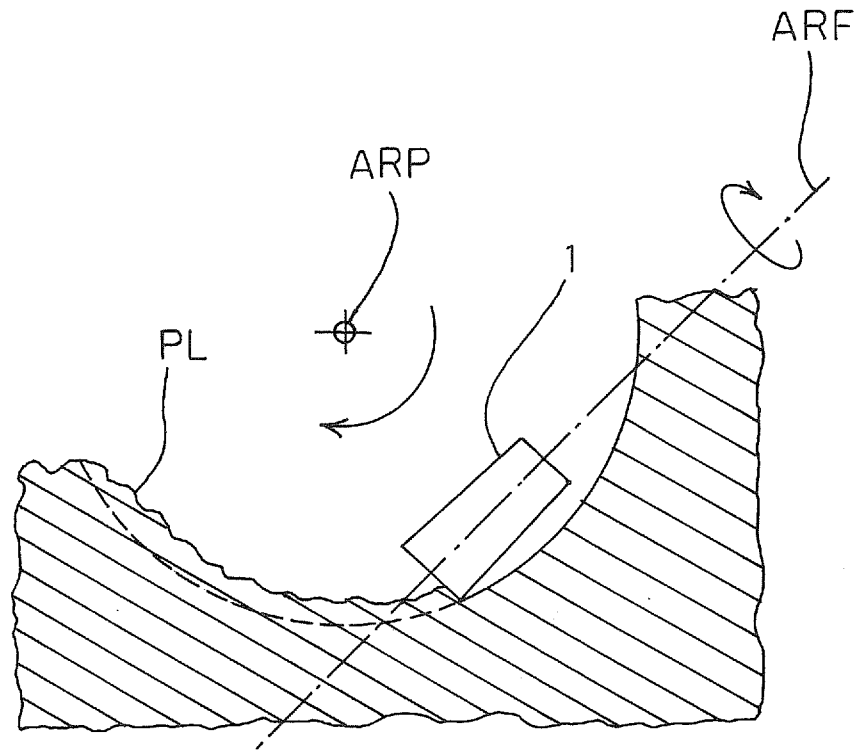


FIG. 10

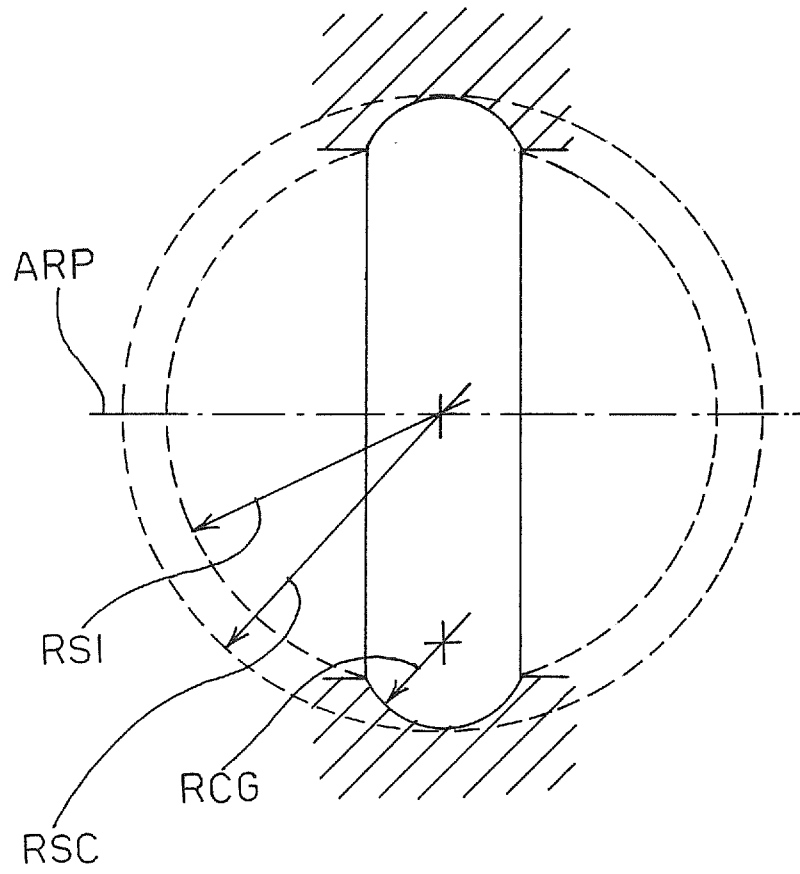


FIG. 11

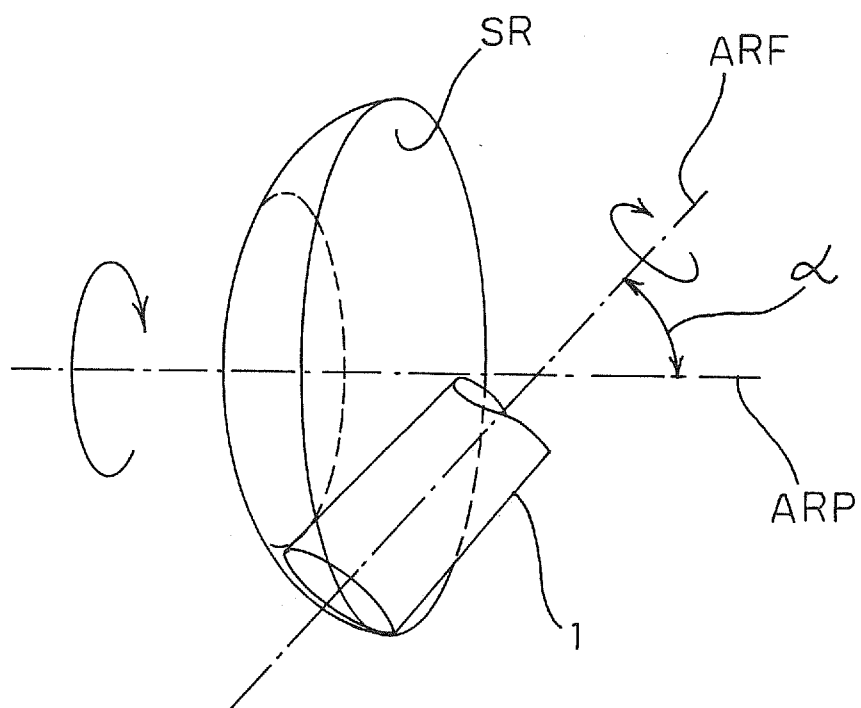


FIG. 12

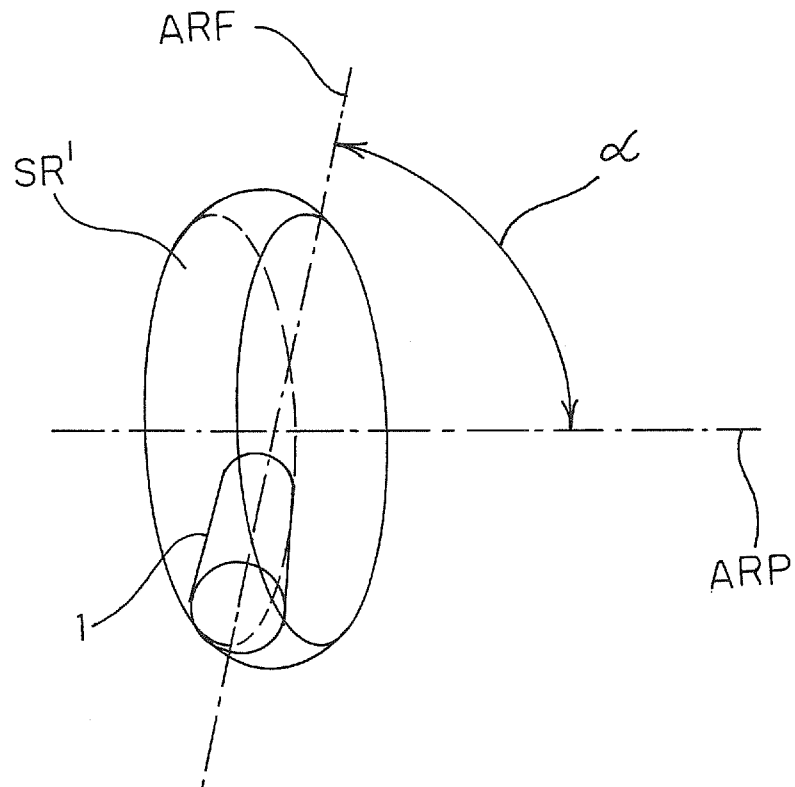


FIG. 13

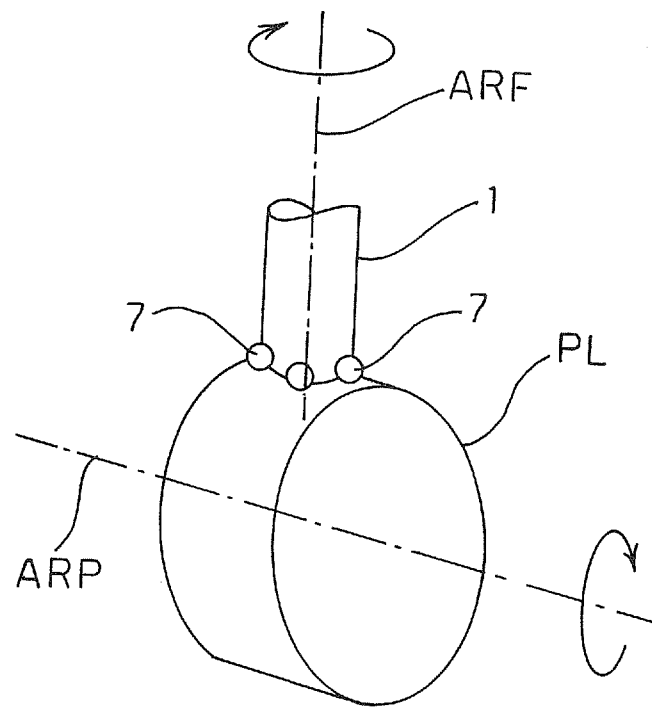


FIG. 14