

<b>DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO</b>	<b>102021000024580</b>
<b>Data Deposito</b>	<b>24/09/2021</b>
<b>Data Pubblicazione</b>	<b>24/03/2023</b>

Classifiche IPC

<b>Sezione</b>	<b>Classe</b>	<b>Sottoclasse</b>	<b>Gruppo</b>	<b>Sottogruppo</b>
H	01	F	17	06

<b>Sezione</b>	<b>Classe</b>	<b>Sottoclasse</b>	<b>Gruppo</b>	<b>Sottogruppo</b>
H	01	F	27	28

<b>Sezione</b>	<b>Classe</b>	<b>Sottoclasse</b>	<b>Gruppo</b>	<b>Sottogruppo</b>
H	01	F	27	30

<b>Sezione</b>	<b>Classe</b>	<b>Sottoclasse</b>	<b>Gruppo</b>	<b>Sottogruppo</b>
H	01	F	27	32

Titolo

CIRCUITO STAMPATO PROVVISTO DI UN DISPOSITIVO INDUTTORE INTEGRATO

## DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:  
"CIRCUITO STAMPATO PROVVISTO DI UN DISPOSITIVO INDUTTORE  
INTEGRATO"  
di FERRARI S.P.A.  
di nazionalità italiana  
con sede: VIA EMILIA EST 1163  
41100 MODENA (MO)  
Inventori: LO CALZO Giovanni, CASOLI Luca, SITTA Ugo, AGNELLO  
Giuseppe

\*\*\* \*\*\* \*\*\*

### SETTORE DELLA TECNICA

La presente invenzione è relativa ad un circuito stampato provvisto di un dispositivo induttore integrato.

### ARTE ANTERIORE

Una macchina elettrica rotante per autotrazione è pilotata da un convertitore elettronico di potenza che generalmente presenta un lato in corrente alternata collegato ai morsetti dell'avvolgimento di statore della macchina elettrica rotante ed un lato in corrente continua collegato al sistema di accumulo di energia elettrica.

Per soddisfare le normative sull'inquinamento elettromagnetico e per evitare interferenze elettromagnetiche con gli altri elementi presenti a bordo di un veicolo è necessario dotare il convertitore elettronico

di potenza con dei filtri passivi (spesso di tipo passa-basso) per bloccare la propagazione del "rumore elettromagnetico". La realizzazione di tali filtri prevede l'utilizzo di dispositivi induttori.

Tuttavia, le correnti elettriche che interessano il convertitore elettronico di potenza che pilota una macchina elettrica rotante per autotrazione possono raggiungere intensità relativamente elevate (dell'ordine di svariate decine di ampere e fino al centinaio di ampere) e quindi diventa difficile, se non impossibile, trovare sul mercato dispositivi induttori già pronti ed in grado di sopportare tali correnti elettriche. Inoltre, i dispositivi induttori in grado di sopportare tali correnti elettriche sono ingombranti e richiedono per il loro collegamento con il resto del circuito dei connettori che aumentano in modo considerevole il peso e l'ingombro complessivo del convertitore elettronico di potenza.

#### DESCRIZIONE DELLA INVENZIONE

Scopo della presente invenzione è fornire un circuito stampato provvisto di un dispositivo induttore integrato che presenti un peso ed un ingombro ridotti e sia, nel contempo, di facile ed economica realizzazione.

Secondo la presente invenzione viene fornito un circuito stampato provvisto di un dispositivo induttore integrato, secondo quanto rivendicato dalle rivendicazioni

allegate.

Le rivendicazioni descrivono forme di realizzazione preferite della presente invenzione formando parte integrante della presente descrizione.

#### BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI

La presente invenzione verrà ora descritta con riferimento ai disegni annessi, che ne illustrano un esempio di attuazione non limitativo:

- la figura 1 è una vista prospettica superiore di un circuito stampato provvisto di un dispositivo induttore integrato e realizzato in accordo con la presente invenzione;
- la figura 2 è una vista prospettica del dispositivo induttore della figura 1;
- la figura 3 è un vista prospettica esplosa del dispositivo induttore della figura 1;
- la figura 4 è una vista inferiore di una piastra isolante del circuito stampato della figura 1; e
- la figura 5 è una vista schematica ed in sezione di un particolare del circuito stampato della figura 1.

#### FORME DI ATTUAZIONE PREFERITE DELL'INVENZIONE

Nella figura 1, con il numero 1 è indicato nel suo complesso un circuito stampato provvisto di un dispositivo 2 induttore integrato. Il circuito 1 stampato è destinato alla realizzazione di un convertitore elettronico di potenza

che pilota una macchina elettrica rotante per autotrazione.

Il circuito 1 stampato comprende (almeno) una piastra 3 isolante provvista di una pluralità di piste 4 conduttrici (illustrata nella figura 4) definenti rispettivi conduttori elettrici. Inoltre, la piastra 3 isolante presenta una serie di fori 5 passanti (illustrata nella figura 5) di forma rettangolare che sono disposti in corrispondenza di rispettive piste 4 conduttrici; preferibilmente, una pista 4 conduttrice circonda su tutti i lati un rispettivo foro 4 passante eventualmente allargandosi attorno al foro 4 passante stesso.

Secondo quanto meglio illustrato nelle figure 2 e 3, il dispositivo 2 induttore è supportato dalla piastra 3 isolante ed è elettricamente collegato alle piste 4 conduttrici in corrispondenza dei fori 5 passanti. Il dispositivo 2 induttore comprende un nucleo 6 magnetico toroidale presentante un asse 7 centrale di simmetria disposto perpendicolarmente alla piastra 3 isolante ed (almeno) una bobina 8 disposta attorno al nucleo 6 magnetico toroidale.

Il dispositivo 2 induttore comprende una pluralità di barre 9 conduttrici rigide che sono conformate ad "U" e presentano ciascuna due gambe 10 diritte collegate tra loro da una cuspide 11 circolare; ovvero ciascuna barra 9 conduttrice è conformata a "cavallotto" avendo un forma ad "U" rovesciata (con le due gambe 10 diritte rivolte verso la

piastra 3 isolante). Ciascuna barra 9 conduttrice è disposta a cavallo del nucleo 6 magnetico toroidale in modo tale che una gamba 10 sia disposta all'esterno del nucleo 6 magnetico toroidale e l'altra gamba 10 sia disposta all'interno del nucleo 6 magnetico toroidale. L'estremità terminale di ciascuna gamba 10 di una barra 9 conduttrice è inserita dentro ad un rispettivo foro 5 passante (ovvero impegna un rispettivo foro 5 passante) ed è saldata alla pista 4 conduttrice che circonda il corrispondente foro 5 passante.

Le piste 4 conduttrici che collegano le gambe 10 delle barre 9 conduttrici realizzano un circuito elettrico che è parte del dispositivo 2 induttore e chiude le barre 9 conduttrici attorno al nucleo 6 magnetico toroidale in modo da definire rispettive spire della bobina 8. Ovvero ciascuna spira della bobina 8 che circonda per 360° il nucleo 6 magnetico toroidale è composta per la maggior parte da una barra 9 conduttrice conformata ad "U" ed è composta per la restante parte da un pezzo di pista 4 conduttrice che "chiude" l'anello.

Il dispositivo 2 induttore comprende un corpo 12 di supporto che è realizzato in materiale elettricamente isolante (ovvero in materiale plastico tipicamente stampato) ed alloggia il nucleo 6 magnetico toroidale. Preferibilmente, il corpo 12 di supporto impegna senza gioco rilevante un foro centrale del nucleo 6 magnetico toroidale

in modo tale da non potere compiere alcun movimento relativo rispetto al nucleo 6 magnetico toroidale.

Secondo una preferita forma di attuazione, il corpo 12 di supporto presenta una pluralità di sedi 13 e 14 che sono conformate ad "U" ed impegnano rispettive gambe 10 delle barre 9 conduttrici, ovvero che alloggiano al loro interno le gambe 10 delle barre 9 conduttrici chiudendo su tre lati le gambe 10 stesse. In particolare, il corpo 12 di supporto presenta una pluralità di sedi 13 esterne che impegnano rispettive gambe 10 disposte all'esterno del nucleo 6 magnetico toroidale ed una pluralità di sedi 14 interne che impegnano rispettive gambe 10 disposte all'interno del nucleo 6 magnetico toroidale.

Secondo una preferita forma di attuazione, il corpo 12 di supporto comprende due piatti 15 circolari di estremità che sono disposti alle due estremità opposte del corpo 12 di supporto ed un elemento 16 tubolare intermedio che è orientato perpendicolarmente ai due piatti 15 circolari e collega tra loro i due piatti 15 circolari stessi. I due piatti 15 circolari del corpo 12 di supporto si appoggiano a due superfici di base tra loro opposte del nucleo 6 magnetico toroidale mentre l'elemento 16 tubolare intermedio è disposto dentro al foro centrale del nucleo 6 magnetico toroidale ovvero impegna (sostanzialmente senza gioco apprezzabile) il foro centrale del nucleo 6 magnetico

toroidale. Le sedi 13 esterne sono ricavate nei due piatti 15 circolari di estremità e preferibilmente sono realizzate come prolungamenti radiali (estensioni) dei due piatti 15 circolari di estremità.

Secondo una preferita forma di attuazione illustrata nelle figure allegate, il corpo 12 di supporto comprende un elemento 17 di riempimento che è inserito dentro all'elemento 16 tubolare intermedio (ovvero è inserito al centro del nucleo 6 magnetico toroidale) e riempie tutto lo spazio vuoto lasciato libero dalle gambe 10 delle barre 9 conduttrici. Le sedi 14 interne sono ricavate in parte nell'elemento 16 tubolare intermedio ed in parte nell'elemento 17 di riempimento (come illustrato nelle figure allegate); in alternativa, le sedi 14 interne sono ricavate solo nell'elemento 16 tubolare intermedio oppure solo nell'elemento 17 di riempimento.

Secondo una preferita forma di attuazione, il corpo 12 di supporto comprende due metà separabili longitudinalmente, ovvero lungo una direzione parallela all'asse 7 centrale di simmetria del nucleo 6 magnetico toroidale, e tra loro collegate mediante un incastro meccanico. In questo modo, la costruzione del corpo 12 di supporto avviene incastrando tra loro le due metà con in mezzo il nucleo 6 magnetico toroidale; in particolare, l'unione delle due metà del corpo 12 di supporto avviene in corrispondenza dell'elemento 16

tubolare intermedio.

Secondo una preferita forma di attuazione, il corpo 12 di supporto è portato direttamente ed unicamente dalle barre 9 conduttrici ed è disposto ad una distanza non nulla dalla piastra 3 isolante. Ovvero il corpo 12 di supporto è sospeso sulle barre 9 conduttrici che sono impegnate dalle sedi 13 e 14 del corpo 12 di supporto stesso.

Nella forma di attuazione illustrata nelle figure allegate, è prevista una unica piastra 3 isolante; quando l'intensità della corrente elettrica che fluisce attraverso le piste 4 conduttrici della piastra 3 isolante supera certi valori invece che inspessire ulteriormente la piastra 3 isolante (e quindi le piste 4 conduttrici ricavate nella piastra 3 isolante) si preferisce utilizzare una pluralità di piastre 3 isolanti sovrapposte tra loro identiche ed elettricamente collegate tra loro in parallelo (possono essere previste anche fino a dieci-dodici piastre 3 isolanti sovrapposte). Quando sono previste una pluralità di piastre 3 isolanti sovrapposte, ciascuna gamba 10 di una barra 9 conduttrice è disposta attraverso una pluralità di fori 5 passanti che sono tra loro allineati e sovrapposti e sono ricavati attraverso la pluralità di piastre 3 isolanti.

Secondo una possibile forma di attuazione illustrata nella figura 5, possono essere previsti una pluralità di tubetti 18 di metallo, ciascuno dei quali è disposto

attraverso un foro 5 passante della piastra 3 isolante, è provvisto di un collare che si appoggia ad una pista 4 conduttrice della piastra 3 isolante, ed è attraversato da una gamba 10 di una barra 9 conduttrice. La funzione dei tubetti 18 di metallo è di aumentare la superficie di contatto tra una gamba 5 e la corrispondente pista 4 conduttrice a cui la gamba 5 è saldata per ridurre la resistenza elettrica di contatto.

Secondo la forma di attuazione illustrata nelle figure allegate, le piste 4 conduttrici della piastra 3 isolante collegano le gambe 10 delle barre 9 conduttrici per realizzare due bobine 8 tra loro indipendenti e ciascuna delle quali interessa metà delle barre 9 conduttrici in modo tale che il dispositivo 2 induttore sia di modo comune. Secondo una diversa forma di attuazione non illustrata, le piste 4 conduttrici della piastra 3 isolante collegano le gambe 10 delle barre 9 conduttrici per realizzare una unica bobina 8 che interessa tutte le barre 9 conduttrici.

Le forme di attuazione qui descritte si possono combinare tra loro senza uscire dall'ambito di protezione della presente invenzione.

Il circuito 1 stampato sopra descritto presenta numerosi vantaggi.

In primo luogo, il dispositivo 2 induttore integrato nel circuito 1 stampato sopra descritto presenta sia ingombro

minimo, sia un peso modesto.

Inoltre, il dispositivo 2 induttore integrato nel circuito 1 stampato sopra descritto è di facile ed economica realizzazione in quanto è composto da un limitato numero di pezzi che singolarmente possono venire prodotti con facilità e sono semplici da assemblare insieme (anche in modo automatizzato) costituendo sostanzialmente un sistema ad incastro.

Infine, il dispositivo 2 induttore integrato nel circuito 1 stampato sopra descritto permette di sopportare correnti elettriche anche molto intense in quanto i conduttori elettrici sono costituiti essenzialmente di barre rigide (che si possono costruire facilmente anche di elevata sezione) piegate ad "U".

---

#### ELENCO DEI NUMERI DI RIFERIMENTO DELLE FIGURE

---

- 1 circuito integrato
- 2 dispositivo induttore
- 3 piastra isolante
- 4 piste conduttrici
- 5 fori passanti
- 6 nucleo magnetico toroidale
- 7 asse centrale di simmetria
- 8 bobina
- 9 barre conduttrici
- 10 gambe

- 11 cuspide
- 12 corpo di supporto
- 13 sedi interne
- 14 sedi esterne
- 15 piatti
- 16 elemento tubolare intermedio
- 17 elemento di riempimento
- 18 tubetti di metallo

R I V E N D I C A Z I O N I

1) Circuito (1) stampato comprendente:

almeno una piastra (3) isolante provvista di una pluralità di piste (4) conduttrici definenti rispettivi conduttori elettrici; ed

un dispositivo (2) induttore che è supportato dalla piastra (3) isolante, è elettricamente collegato alle piste (4) conduttrici e comprende un nucleo (6) magnetico toroidale ed almeno una bobina (8) disposta attorno al nucleo (6) magnetico toroidale;

il circuito (1) stampato è **caratterizzato dal fatto che:**

il dispositivo (2) induttore comprende una pluralità di barre (9) conduttrici rigide che sono conformate ad "U" e presentano ciascuna due gambe (10) diritte collegate tra loro da una cuspide (11);

ciascuna barra (9) conduttrice è disposta a cavallo del nucleo (6) magnetico toroidale in modo tale che una gamba (10) sia disposta all'esterno del nucleo (6) magnetico toroidale e l'altra gamba (10) sia disposta all'interno del nucleo (6) magnetico toroidale;

la piastra (3) isolante presenta una pluralità di fori (5) passanti, ciascuno dei quali è impegnato da una estremità di una corrispondente gamba (10) di una barra (9) conduttrice; e

la piastra (3) isolante presenta delle piste (4) conduttrici che collegano le gambe (10) delle barre (9) conduttrici per realizzare un circuito elettrico che è parte del dispositivo (2) induttore e chiude le barre (9) conduttrici attorno al nucleo (6) magnetico toroidale in modo da definire rispettive spire della bobina (8).

2) Circuito (1) stampato secondo la rivendicazione 1, in cui il dispositivo (2) induttore comprende un corpo (12) di supporto che è realizzato in materiale elettricamente isolante ed alloggia il nucleo (6) magnetico toroidale.

3) Circuito (1) stampato secondo la rivendicazione 2, in cui il corpo (12) di supporto impegna un foro centrale del nucleo (6) magnetico toroidale.

4) Circuito (1) stampato secondo la rivendicazione 2 o 3, in cui il corpo (12) di supporto presenta una pluralità di sedi (13, 14) che sono conformate ad "U" ed impegnano rispettive gambe (10) delle barre (9) conduttrici.

5) Circuito (1) stampato secondo la rivendicazione 4, in cui il corpo (12) di supporto presenta una pluralità di sedi (13) esterne che impegnano rispettive gambe (10) disposte all'esterno del nucleo (6) magnetico toroidale ed una pluralità di sedi (14) interne che impegnano rispettive gambe (10) disposte all'interno del nucleo (6) magnetico toroidale.

6) Circuito (1) stampato secondo la rivendicazione 5,

in cui il corpo (12) di supporto comprende:

due piatti (15) circolari di estremità che sono disposti alle due estremità opposte del corpo (12) di supporto; ed un elemento (16) tubolare intermedio che è orientato perpendicolarmente ai due piatti (15) circolari e collega tra loro i due piatti (15) circolari stessi.

7) Circuito (1) stampato secondo la rivendicazione 6, in cui:

i due piatti (15) circolari del corpo (12) di supporto si appoggiano a due superfici di base tra loro opposte del nucleo (6) magnetico toroidale; e

l'elemento (16) tubolare intermedio è disposto dentro al foro centrale del nucleo (6) magnetico toroidale.

8) Circuito (1) stampato secondo la rivendicazione 6 o 7, in cui le sedi (13) esterne sono ricavate nei due piatti (15) circolari di estremità e preferibilmente sono realizzate come prolungamenti radiali dei due piatti (15) circolari di estremità.

9) Circuito (1) stampato secondo una delle rivendicazioni da 2 a 8, in cui il corpo (12) di supporto è portato direttamente ed unicamente dalle barre (9) conduttrici ed è disposto ad una distanza non nulla dalla piastra (3) isolante.

10) Circuito (1) stampato secondo una delle rivendicazioni da 2 a 9, in cui il corpo (12) di supporto

comprende due metà separabili longitudinalmente, ovvero lungo una direzione parallela ad un asse (7) centrale di simmetria del nucleo (6) magnetico toroidale, e tra loro collegate mediante un incastro meccanico.

11) Circuito (1) stampato secondo una delle rivendicazioni da 2 a 10, in cui il corpo (12) di supporto comprende un elemento (17) di riempimento che è inserito al centro del nucleo (6) magnetico toroidale e riempie tutto lo spazio vuoto lasciato libero dalle gambe (10) delle barre (9) conduttrici.

12) Circuito (1) stampato secondo una delle rivendicazioni da 1 a 11 e comprendente una pluralità di piastre (3) isolanti sovrapposte tra loro identiche ed elettricamente collegate tra loro in parallelo.

13) Circuito (1) stampato secondo la rivendicazione 12, in cui ciascuna gamba (10) di una barra (9) conduttrice è disposta attraverso una pluralità di fori (5) passanti che sono tra loro allineati e sovrapposti e sono ricavati attraverso la pluralità di piastre (3) isolanti.

14) Circuito (1) stampato secondo una delle rivendicazioni da 1 a 13 e comprendente una pluralità di tubetti (18) di metallo, ciascuno è disposto attraverso un foro (5) passante della piastra (3) isolante, è provvisto di un collare che si appoggia ad una pista (4) conduttrice della piastra (3) isolante, ed è attraversato da una gamba (10) di

una barra (9) conduttrice.

15) Circuito (1) stampato secondo una delle rivendicazioni da 1 a 14, in cui ciascuna gamba (10) di una barra (9) conduttrice è saldata ad una pista (4) conduttrice della piastra (3) isolante che circonda il corrispondente foro (5) passante.

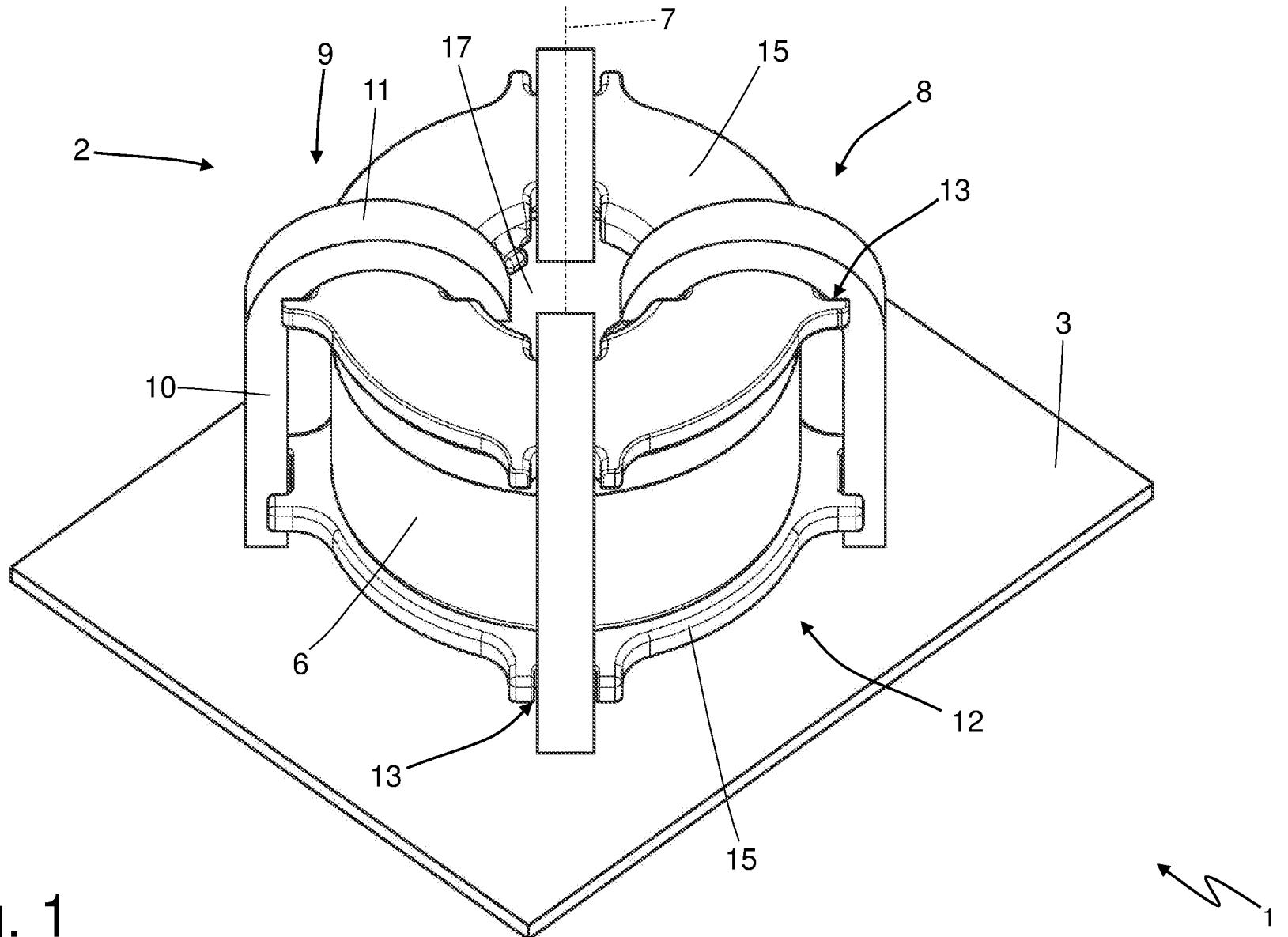


Fig. 1

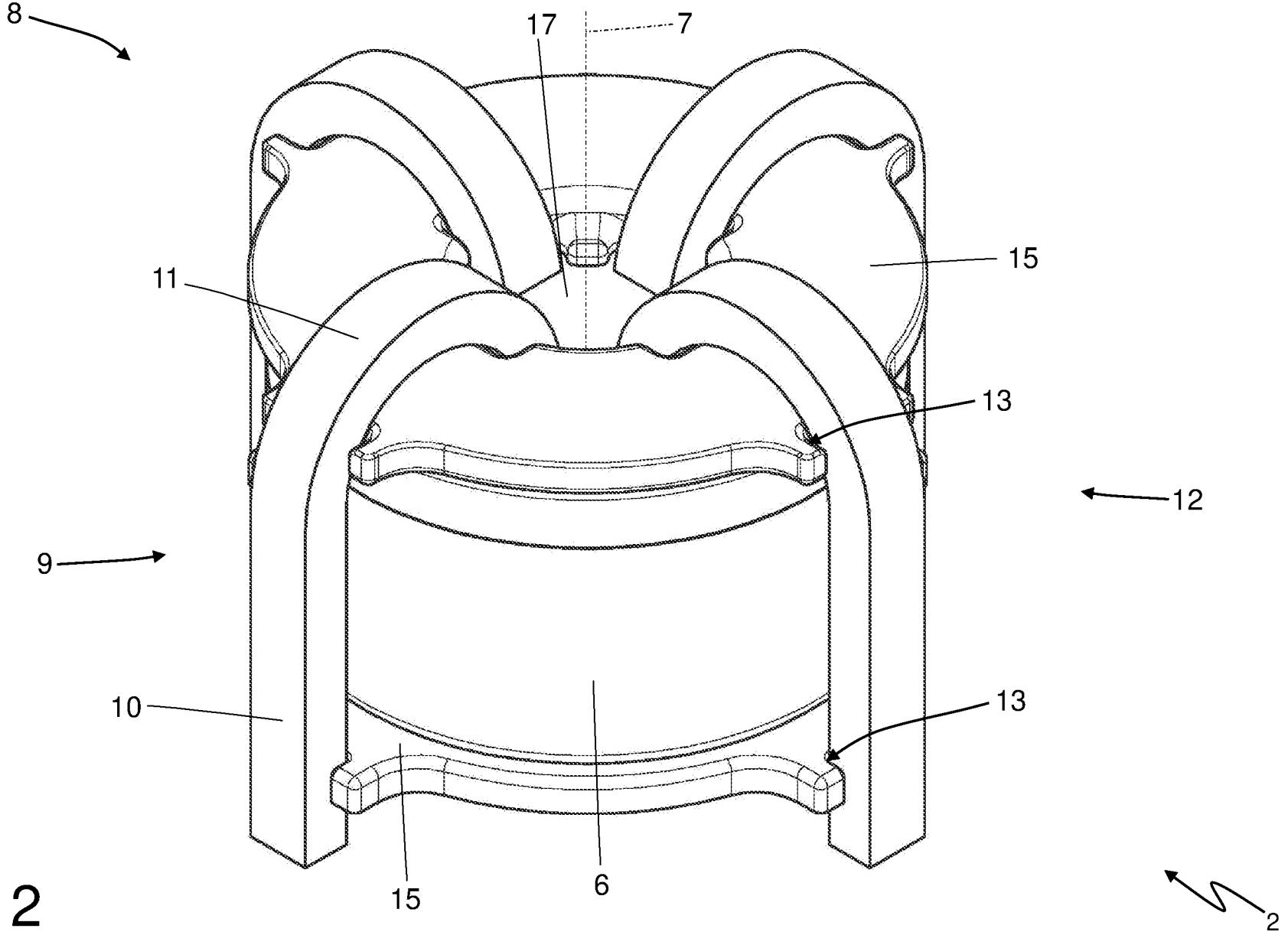
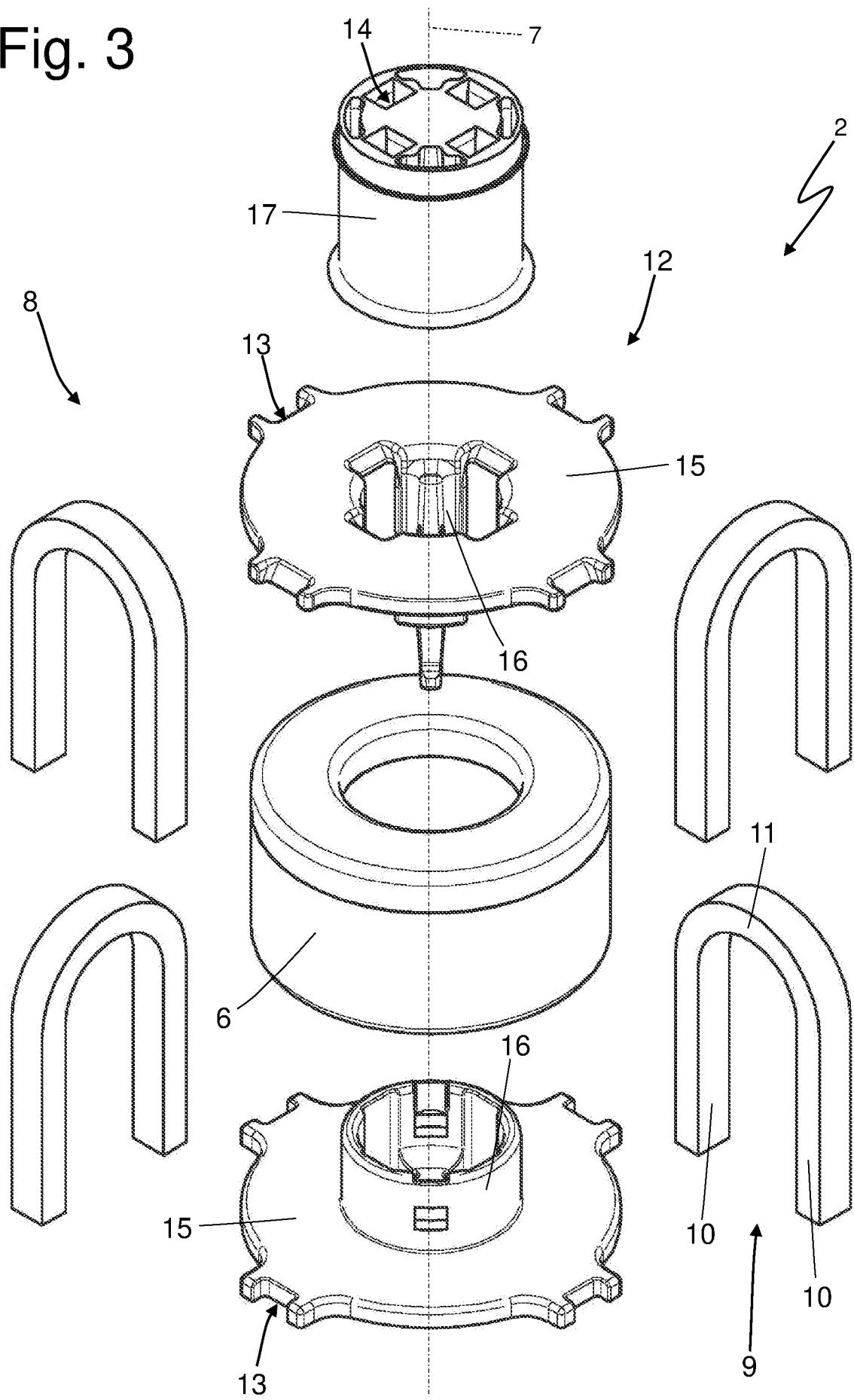


Fig. 2

Fig. 3



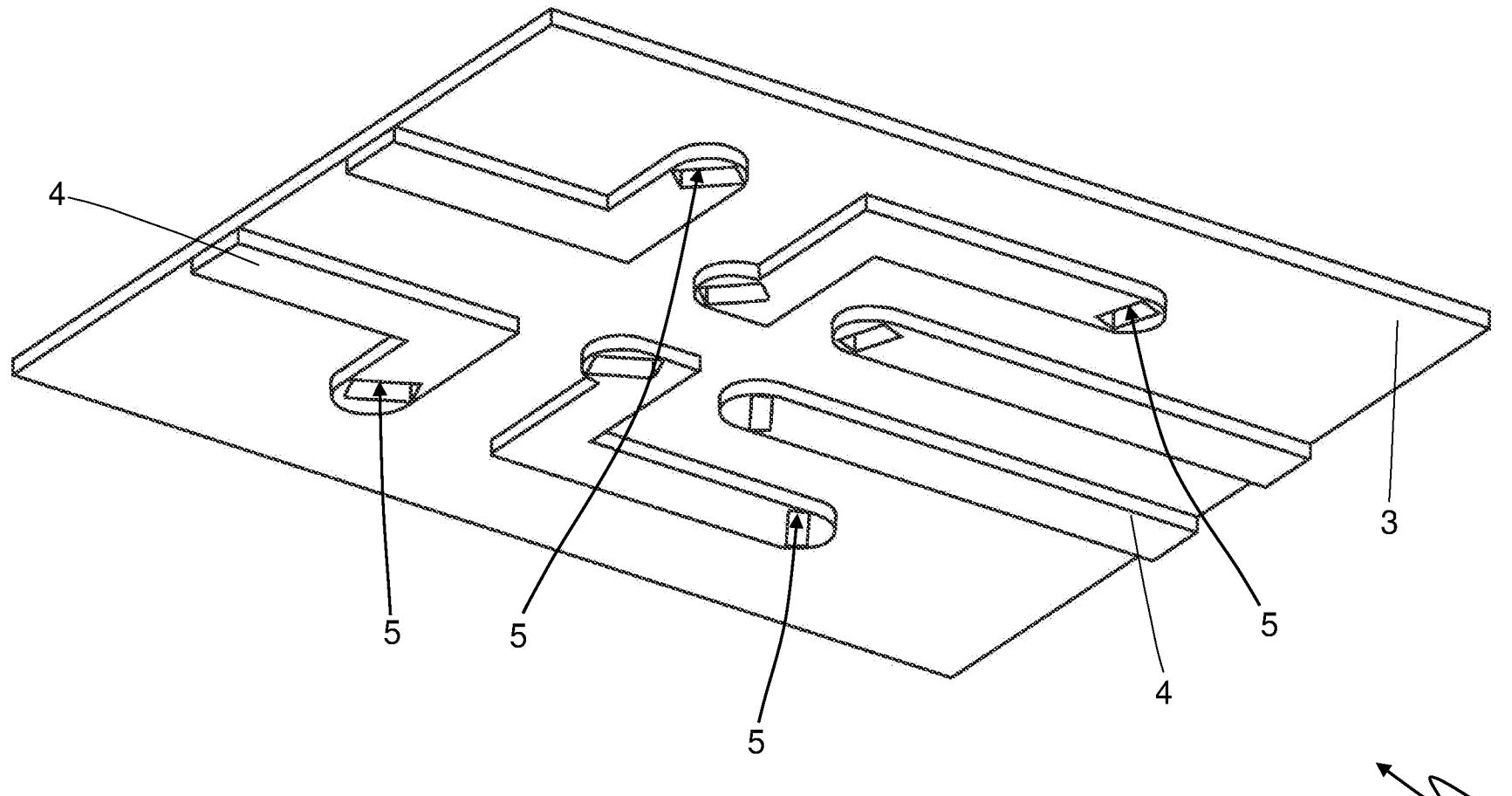


Fig. 4

1

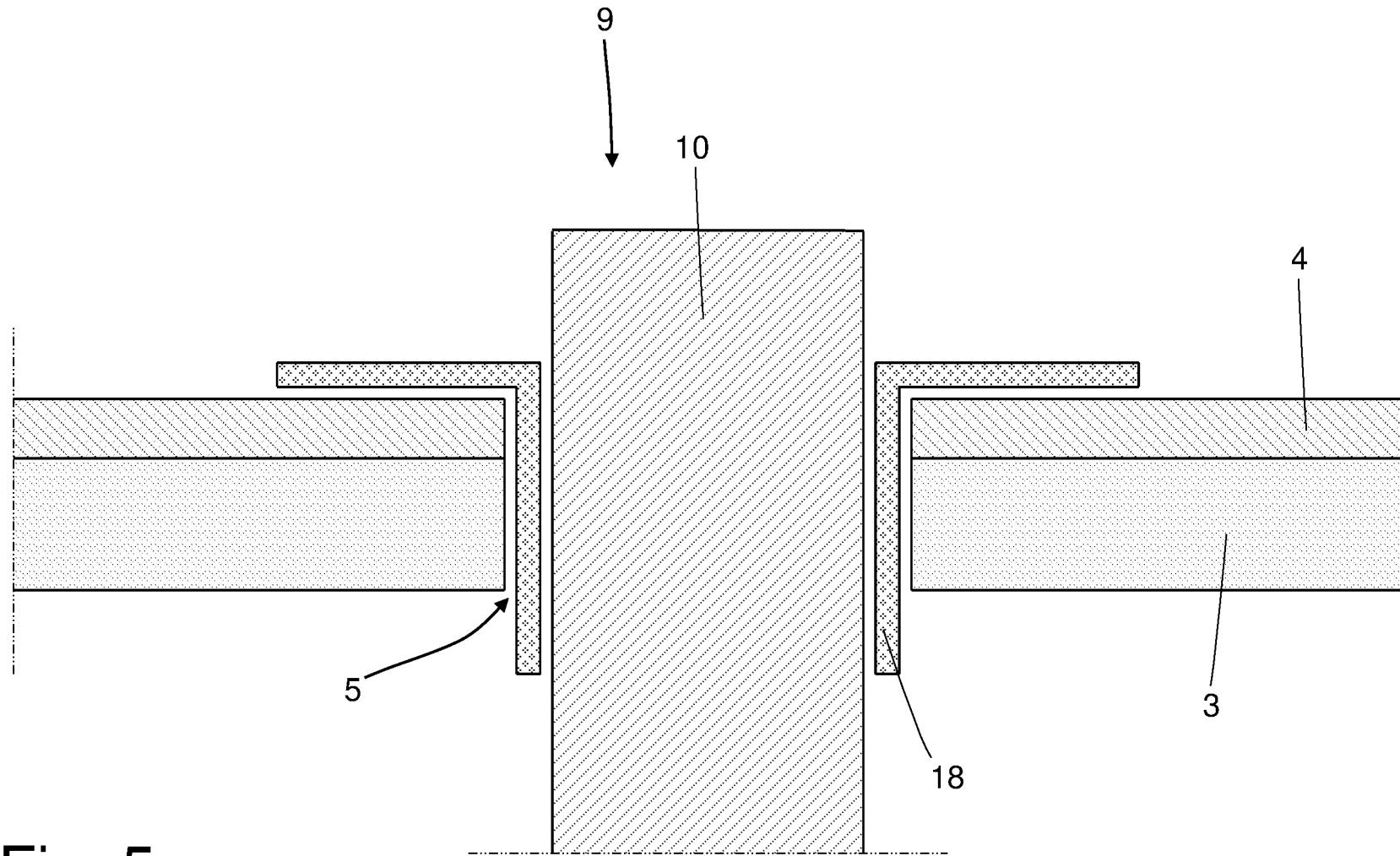


Fig. 5