(19) URZĄD PATENTOWY RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

(10) **PL 244493 B1**

(12) # Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **431355**
(22) Data zgłoszenia: **2019.10.03**
(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2021.04.06 BUP 07/2021**
(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.02.05 WUP 06/2024**

(51) MKP:
B22D 25/06 *(2006.01)*
B22D 27/20 *(2006.01)*

(73) Uprawniony z patentu:
ZUB ANDRZEJ ODLEWNIA ŻELIWA I METALI KOLOROWYCH, Olkusz, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:
GRZEGORZ ZUB, Podlesie, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Adam Pawłowski, Łódź, PL

(54) Tytuł:
Sposób wytwarzania narzędzi o wysokiej odporności powierzchniowej

PL 244493 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania narzędzi o wysokiej odporności powierzchniowej, w szczególności narzędzi kompozytowych.

Znane są sposoby wykonywania narzędzi, przykładowo elementów maszyn pracujących dla przemysłu wydobywczego, ze staliwa (głównie manganowego) poddawanego obróbce cieplnej. Materiał ten charakteryzuje się dość dobrą odpornością na ścieranie i plastycznością. Pożądanym jest jednak, aby czas pracy maszyny wydobywczej na jednym narzędziu (które musi być okresowo wymieniane ze względu na jego zużycie) był dłuższy, ponieważ wymiana zużytego osprzętu na nowy wiąże się z dużymi kosztami wynikającymi z przestoju w pracy maszyny.

Jednym z rozwiązań powyższego problemu jest wykonanie narzędzi w całości ze specjalnego stopu o wysokiej odporności na zużycie ścierne oraz wysokiej twardości. Jednak nie jest to korzystne ze względu na wysoką cenę tak wytworzonych narzędzi, których stop zawiera kosztowne pierwiastki stopowe. Ponadto takie tworzywo stopowe jest trudne w obróbce technologicznej, jak również ma niską udarność (co oznacza, że odlew wykonany w całości z twardego stopu, na skutek charakterystycznych warunków pracy, może ulegać pękaniu).

Znane są też technologie formowania nawierzchniowej warstwy twardej i odpornej na ścieranie w odlewach wykonanych ze stosunkowo plastycznego rdzenia. Przykładowo, stosuje się wstawianie ochładzalników w formie odlewniczej w celu stworzenia warstwy żeliwa białego, lub umieszczanie w formie odlewniczej pastylek zawierających węgliki tytanu, które podczas zalewania ulegają reakcji z ciekłym stopem i utwardzają warstwę odlewu, lub umieszczanie w formie odlewniczej prętów wykonanych metodą metalurgii proszków, zawierających węgliki tytanu, które są zalewane ciekłym stopem.

Celowym byłoby opracowanie alternatywnej metody wytwarzania narzędzi kompozytowych, która pozwoliłaby na względnie nieskomplikowane wykonanie narzędzi o podwyższonej odporności na ścieranie oraz niskim koszcie wytworzenia.

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania narzędzia, w którym to sposobie: przygotowuje się formę odlewniczą z wnęką w kształcie narzędzia; zalewa się wnękę formy odlewniczej stopem odlewniczym; przy czym wzmacnia się ściany boczne korpusu narzędzia materiałem o zwiększonej twardości; oddziela się od formy odlewniczej zastygnięty odlew narzędzia; znamienny tym, że wzmacnia się ściany boczne korpusu narzędzia za pomocą wzmacniających pryzmatów węglikowych, które przygotowuje się poprzez odlanie ich ze stopu składającego się z 2,80–4,20% mas. węgla (C), 0,80–2,00% mas. krzemu (Si), 0,05–0,50% mas. manganu (Mn), 0,02–0,05% mas. fosforu (P), 0,02–2,50% mas. niobu (Nb), 5,00–20% mas. chromu (Cr), 0,02–2,00% mas. wanadu (V), 0,02–2,00% mas. tytanu (Ti), 0,02–2,00% mas. wolframu (W), 1,50–2,50% mas. molibdenu (Mo), 0,02–0,07% mas. boru (B) oraz żelaza (Fe) w uzupełnieniu do 100% mas. do kształtu pryzmatycznego o przekroju poprzecznym w kształcie trapezu, w którym umieszcza się co najmniej jeden trzpień wystający poza obrys pryzmatu węglikowego od strony krótszej podstawy trapezu; umieszcza się co najmniej jeden pryzmat węglikowy w formie odlewniczej tak, że trzpień umieszcza się co najmniej częściowo w ścianie formy odlewniczej, tak że wystaje poza wnękę formy odlewniczej; po usunięciu narzędzia z formy odlewniczej, odcina się trzpienie wystające z odlewu narzędzia.

Korzystnie, trzpień w górnej części zawiera odcinek o powiększonej średnicy w formie główki, która jest zatopiona w pryzmacie węglikowym.

Korzystnie, korpus narzędzia odlewa się ze staliwa manganowego.

Korzystnie, pryzmaty węglikowe rozmieszcza się w formie odlewniczej w co najmniej dwóch warstwach znajdujących się jedna nad drugą.

Korzystnie, pryzmaty węglikowe rozmieszcza się w formie odlewniczej prostopadle względem powierzchni wnęki.

Przedmiot wynalazku został przedstawiony w przykładach wykonania na rysunku, na którym:

Fig. 1 przedstawia etapy sposobu wytwarzania narzędzi o wysokiej odporności powierzchniowej;

Fig. 2 przedstawia przykładowy kształt formy odlewniczej;

Fig. 3 przedstawia pryzmat węglikowy w widoku izometrycznym;

Fig. 4 przedstawia pryzmat węglikowy w przekroju poprzecznym wzdłuż jednego z trzpieni;

Fig. 5 przedstawia pryzmat węglikowy wzmacniającą w przekroju podłużnym wzdłuż trzpieni;

Fig. 6A przedstawia schematycznie przykładowe rozmieszczenie pryzmatów węglikowych w formie odlewniczej;

Fig. 6B przedstawia przykładowe rozmieszczenie pryzmatów węglikowych w formie odlewniczej w dwóch warstwach;

Fig. 7 przedstawia inny przykład rozmieszczenia pryzmatów węglikowych w formie odlewniczej;

Fig. 8 przedstawia schematycznie gotowe narzędzie.

Fig. 1 przedstawia kroki sposobu wytwarzania narzędzi o wysokiej odporności powierzchniowej.

W pierwszym etapie 101 przygotowuje się element wzmacniający narzędzie, w postaci co najmniej jednego pryzmatu węglikowego, przedstawionego w widoku izometrycznym na Fig. 3, poprzez odlanie go ze stopu składającego się z 2,80–4,20% mas. węgla (C), 0,80–2,00% mas. krzemu (Si), 0,05–0,50% mas. manganu (Mn), 0,02–0,05% mas. fosforu (P), 0,02–2,50% mas. niobu (Nb), 5,00–20% mas. chromu (Cr), 0,02–2,00% mas. wanadu (V), 0,02–2,00% mas. tytanu (Ti), 0,02–2,00% mas. wolframu (W), 1,50–2,50% mas. molibdenu (Mo), 0,02–0,07% mas. boru (B) i żelaza (Fe) w uzupełnieniu do 100% mas. Pryzmat węglikowy 10 w przekroju poprzecznym ma kształt trapezu i zawiera co najmniej jeden trzpień 15 (jak przedstawiono na Fig. 4) wystający poza jego obrys od strony krótszej podstawy 11 trapezu (o szerokości S2). W przekroju podłużnym pryzmat węglikowy 10 ma kształt prostokątny (jak przedstawiono na Fig. 5). Korzystnie, trzpień 15 zawiera część górną o zwiększonej średnicy w formie główki 15A, która jest zatopiona w pryzmacie węglikowym 10 powodując jego lepsze zamocowanie w pryzmacie.

Następnie w etapie 102 umieszcza się tak przygotowany co najmniej jeden pryzmat węglikowy 10 we wnęce 21 formy odlewniczej 20 przy co najmniej jednej ścianie bocznej 23, 24, 25 formy odlewniczej. Przy czym pryzmat węglikowy 10 umieszcza się w formie odlewniczej tak, że umieszcza się trzpienie 15 w ścianach 23, 24, 25 formy, tak że znajdują się one poza wnęką 21 formy, jak przedstawiono schematycznie na Fig. 6A. Forma odlewnicza 20 może być wykonana z względnie miękkiego materiału, takiego jak klasyczna masa bentonitowa, co umożliwia wbicie trzpieni 15 w ścianę formy. Wnękę 21 formy nakrywa się górną częścią formy, w której znajduje się wlew główny oraz układ zasilający służące do wypełnienia wnęki formy 21 ciekłym stopem.

Następnie, w etapie 103, wnękę 21 formy odlewniczej z umieszczoną w niej co najmniej jednym pryzmatem węglikowym 10 zalewa się stopem odlewniczym, korzystnie staliwem.

Następnie w etapie 104 rozbija się formę odlewniczą 20 wokół zastygniętego odlewu, uzyskując czyste narzędzie, z którego wystają trzpienie 15.

W etapie 105 odcina się trzpienie 15.

Fig. 8 przedstawia schematycznie gotowy odlew narzędzia z odciętymi trzpieniami 15. Gotowy odlew narzędzia zawiera korpus 30 ze stopu odlewniczego z co najmniej jednym pryzmatem węglikowym 10 przy ścianie bocznej korpusu, przy czym pryzmat węglikowy, jako wykonany z materiału o większej twardości, wzmacnia ogólnie cały korpus 30 narzędzia. W korpusie 30 narzędzia może się znajdować otwór 31, który może być wykorzystywany do mocowania narzędzia w maszynie lub jako uchwyt wykorzystywany przy przenoszeniu narzędzia.

Rozmiar (długość D, szerokość S1, S2, wysokość W) pryzmatu węglikowego jest dostosowany do wymogów kształtu oraz rozmiarów powierzchni ściernej odlanego narzędzia.

Skład chemiczny pryzmatów węglikowych 10 jest dobrany tak, aby zapewnić utworzenie się jak największej ilości twardych, trwałych termodynamicznie węglików (VC, TiC, WC, NbC, Cr_7C_3, $Cr_{23}C_6$ oraz B_4C). Znaczące obniżenie zawartości zwykle stosowanego w tego typu stopach wanadu dużo tańszym chromem pozwala na znaczne obniżenie kosztów wykonania narzędzia.

Trapezoidalny przekrój pryzmatu węglikowego 10 uniemożliwia jego wysunięcie się z korpusu 30 narzędzia podczas pracy.

W jednym z przykładów wykonania pryzmat węglikowy może być odlany ze stopu składającego się z 3,02% węgla (C); 1,19% krzemu (Si); 0,15% manganu (Mn); 0,02% fosforu (P); 1,80% niobu (Nb); 8,91% chromu (Cr); 1,10% wanadu (V); 1,29% tytanu (Ti); 0,02% wolframu (W); 0,03% boru (B) oraz żelaza (Fe) w uzupełnieniu do 100% – taki pryzmat węglikowy ma twardość 602 HV30 (55 HRC).

W innym przykładzie wykonania pryzmat węglikowy może być odlany ze stopu składającego się z 3,98% węgla (C); 0,99% krzemu (Si); 0,05% manganu (Mn); 0,03% fosforu (P); 0,02% niobu (Nb); 16,96% chromu (Cr); 0,02% wanadu (V); 0,05% tytanu (Ti); 0,50% wolframu (W); 0,05% boru (B) oraz żelaza (Fe) w uzupełnieniu do 100% – taki pryzmat węglikowy ma twardość 674 HV30 (59 HRC).

Stopy zawierające duży udział twardych i trwałych termodynamicznie węglików, z którego są odlane pryzmaty charakteryzują się wysoką odpornością na zużycie ścierne oraz wysoką twardością.

Fig. 2 przedstawia przykładowy kształt formy odlewniczej. Forma odlewnicza 20 zawiera wnękę 21, która jest otoczona ścianami 23, 24, 25, w których umieszcza się trzpienie pryzmatów węglikowych 10. W przedstawionym przykładzie z jednej ze stron wnęka 21 jest otoczona łukowatą ścianą, przy której znajduje się bolec 22, dzięki któremu w odlewie narzędzia utworzony zostaje otwór montażowy 31 do zamocowania narzędzia w maszynie. W zależności od potrzeb wnęka 21 może mieć dowolny inny obrys, przykładowo prostokątny, owalny, wieloboku itp.

Fig. 3 przedstawia pryzmat węglikowy w widoku izometrycznym. Korzystnie, pryzmat węglikowy 10 ma długość D od 2 do 20 cm, wysokość W od 2 do 20 cm, oraz szerokość S1 od 0,5 do 5 cm, przy czym szerokość S1 wkładki zwęża się do szerokości S2 w kierunku trzpieni 15. Kąt nachylenia ściany pomiędzy podstawami trapezu wynosi korzystnie od 1 do 3 stopni. W zależności od rozmiarów, pryzmat węglikowy 10 może zawierać jeden lub więcej trzpieni 15 rozmieszczonych od strony krótszej podstawy 11. Trzpienie mogą mieć postać stalowych gwoździ o średnicy od 1 do 5 mm.

Fig. 6A przedstawia schematycznie przykładowe rozmieszczenie pryzmatów węglikowych 10 w formie odlewniczej 20. W przedstawionym przykładzie odpowiednio przy ścianie 23 oraz 25 jest umieszczony pryzmat węglikowy 10A zawierający dwa trzpienie 15 a przy ścinanie 24 znajdują się cztery pryzmaty węglikowe 10B zawierające po jednym trzpieniu 15.

Fig. 6B przedstawia przykładowe rozmieszczenie pryzmatów węglikowych w formie odlewniczej w przy ścianach 23, 24, 25 dwóch zasadniczo równoległych warstwach. Możliwe jest też rozmieszczenie pryzmatów węglikowych w więcej niż dwóch warstwach, w których przykładowo wkładki znajdujące się w jednej warstwie są przesunięte względem pryzmatów węglikowych znajdujących się w sąsiedniej warstwie.

Fig. 7 przedstawia kolejny przykład rozmieszczenia pryzmatów węglikowych w formie odlewniczej, w którym pryzmaty węglikowe 10 są ułożone przy ścianach 23, 24, 25 prostopadle względem powierzchni obrysu wnęki 21.

Zastosowanie wzmacniających pryzmatów węglikowych z twardego stopu, w połączeniu ze staliwem, jako stopem bazowym korpusu, pozwala na wytworzenie narzędzia z korpusem nadającym mu plastyczność oraz mającego wzmocnione obszary powierzchni jedynie w miejscach wymagających wysokiej odporności na ścieranie. Podczas odlewania korpusu narzędzia, pryzmaty węglikowe odpowiednio integrują się ze staliwem korpusu i dzięki temu podczas pracy narzędzia w trudnych warunkach silnego zużycia ściernego nie ulegają one wykruszaniu, w związku z tym narzędzia szczególnie nadają się do zastosowania w przemyśle wydobywczym .

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania narzędzia, w którym to sposobie:
   - przygotowuje się formę odlewniczą z wnęką w kształcie narzędzia;
   - zalewa się wnękę formy odlewniczej stopem odlewniczym;
   - przy czym wzmacnia się ściany boczne korpusu narzędzia materiałem o zwiększonej twardości;
   - oddziela się od formy odlewniczej zastygnięty odlew narzędzia;

   znamienny tym, że:
   - wzmacnia się ściany boczne korpusu narzędzia za pomocą wzmacniających pryzmatów węglikowych (10), które przygotowuje się poprzez odlanie ich ze stopu składającego się z 2,80–4,20% mas. węgla (C), 0,80–2,00% mas. krzemu (Si), 0,05–0,50% mas. manganu (Mn), 0,02–0,05% mas. fosforu (P), 0,02–2,50% mas. niobu (Nb), 5,00–20% mas. chromu (Cr), 0,02–2,00% mas. wanadu (V), 0,02–2,00% mas. tytanu (Ti), 0,02–2,00% mas. wolframu (W), 1,50–2,50% mas. molibdenu (Mo), 0,02–0,07% mas. boru (B) oraz żelaza (Fe) w uzupełnieniu do 100% mas. do kształtu pryzmatycznego o przekroju poprzecznym w kształcie trapezu, w którym umieszcza się co najmniej jeden trzpień (15) wystający poza obrys pryzmatu węglikowego (10) od strony krótszej podstawy (11) trapezu;
   - umieszcza się co najmniej jeden pryzmat węglikowy (10) w formie odlewniczej (20) tak, że trzpień (15) umieszcza się co najmniej częściowo w ścianie (23, 24, 25) formy odlewniczej (20), tak że wystaje poza wnękę (21) formy odlewniczej (20);
   - po usunięciu narzędzia z formy odlewniczej (20), odcina się trzpienie (15) wystające z odlewu narzędzia.

2. Sposób według zastrz. 1 **znamienny tym**, że trzpień (15) w górnej części zawiera odcinek o powiększonej średnicy w formie główki (15A), która jest zatopiona w pryzmacie węglikowym (10).
3. Sposób według zastrz. 1 lub 2 **znamienny tym**, że korpus (30) narzędzia odlewa się ze staliwa manganowego.
4. Sposób według dowolnego z powyższych zastrz. **znamienny tym**, że pryzmaty węglikowe (10) rozmieszcza się w formie odlewniczej (20) w co najmniej dwóch warstwach znajdujących się jedna nad drugą.
5. Sposób według dowolnego z powyższych zastrz. **znamienny tym**, że pryzmaty węglikowe (10) rozmieszcza się w formie odlewniczej (20) prostopadle względem powierzchni wnęki (21).

Rysunki

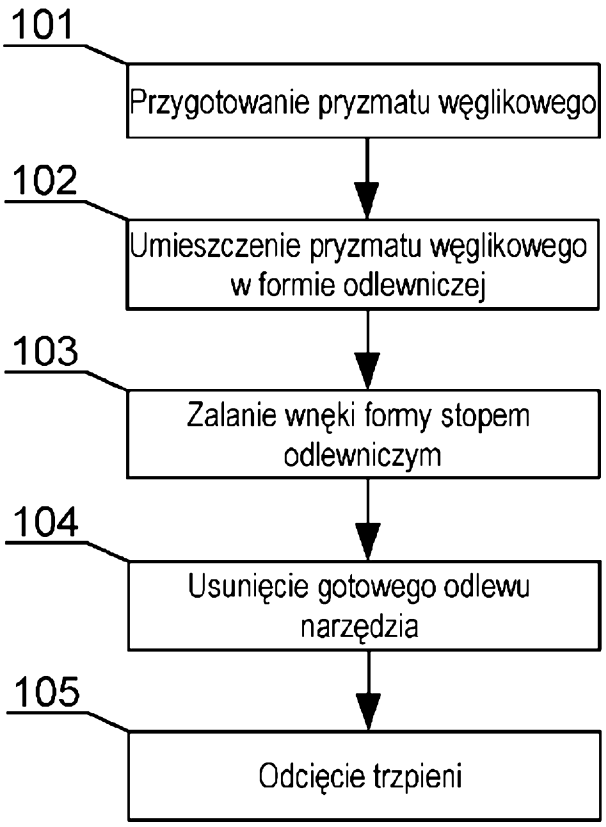


Fig. 1

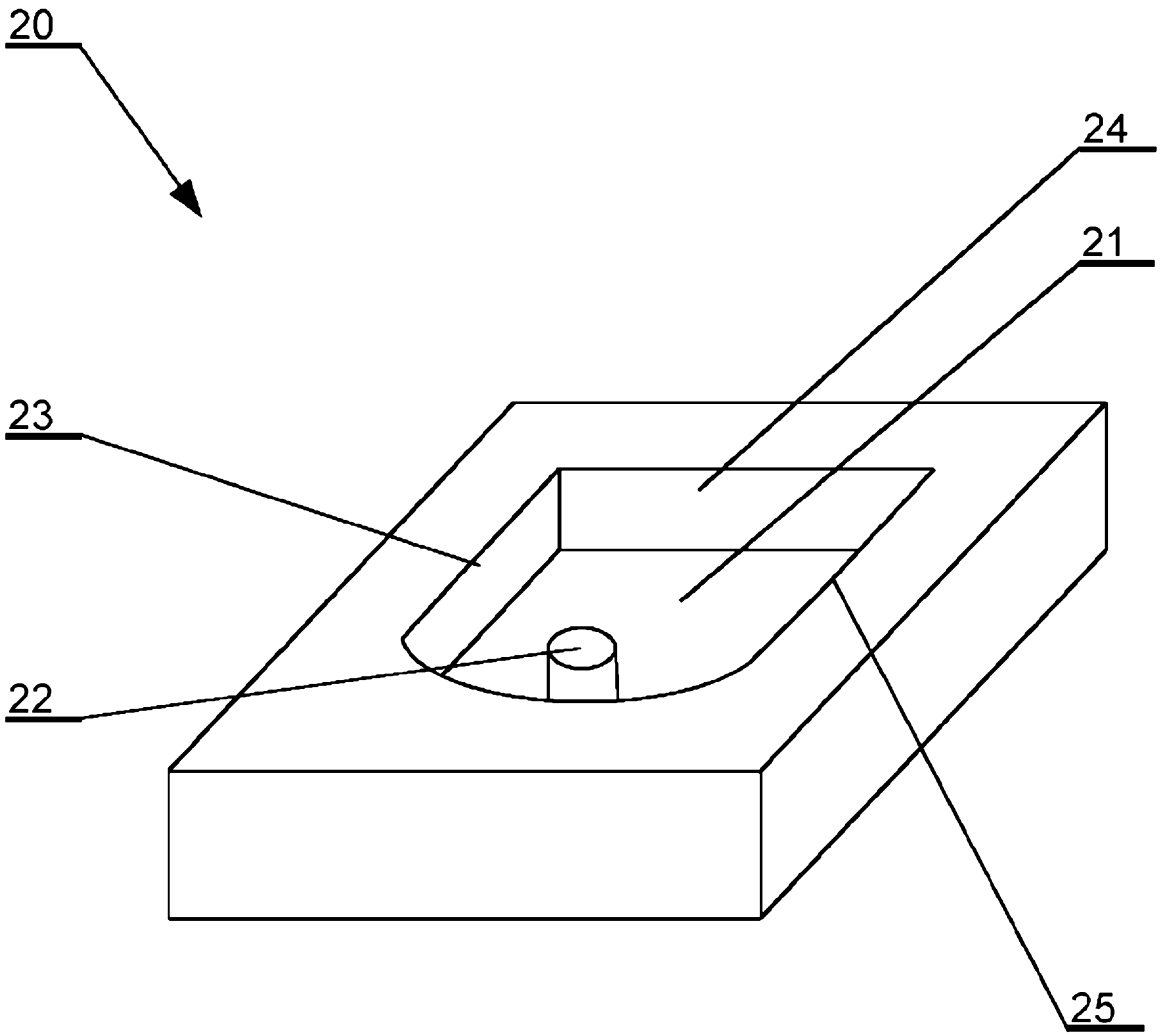


Fig. 2

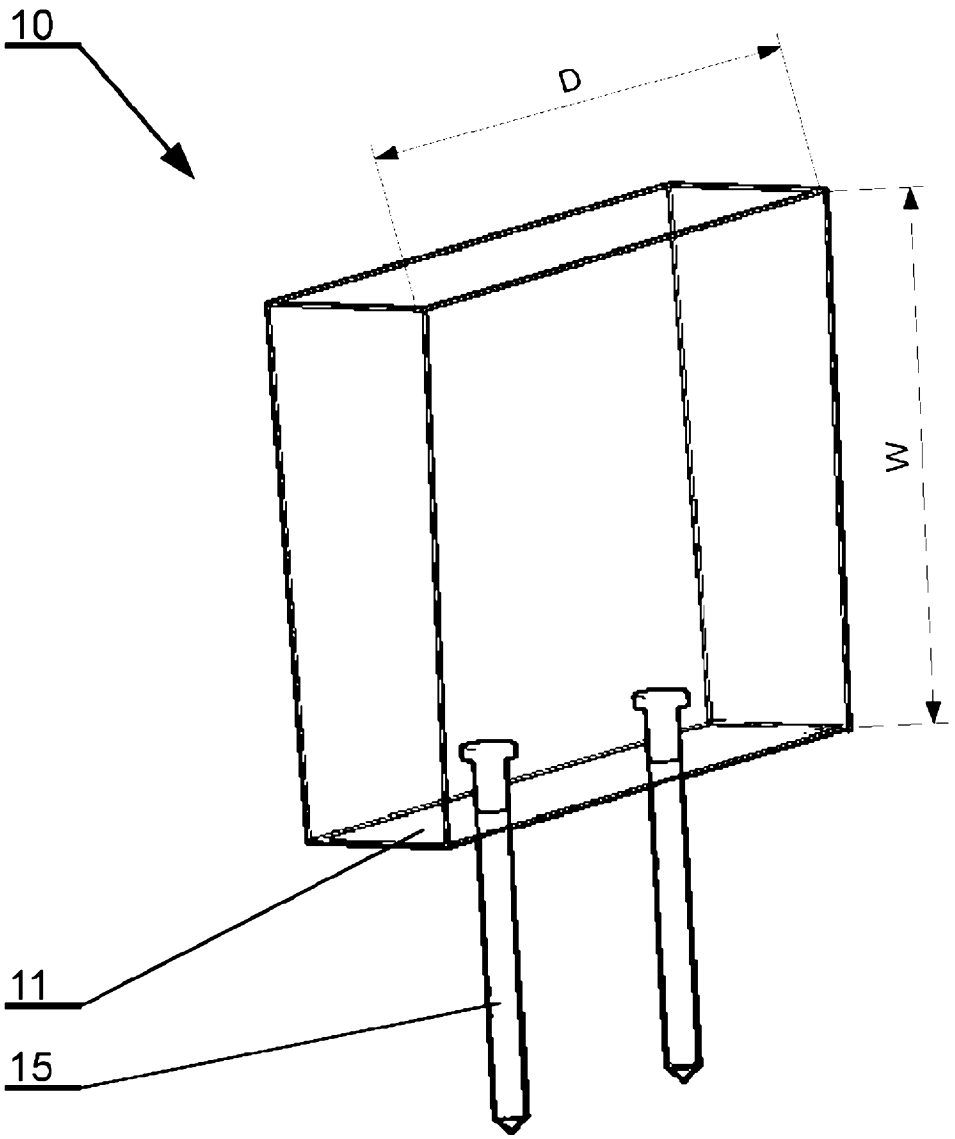


Fig. 3

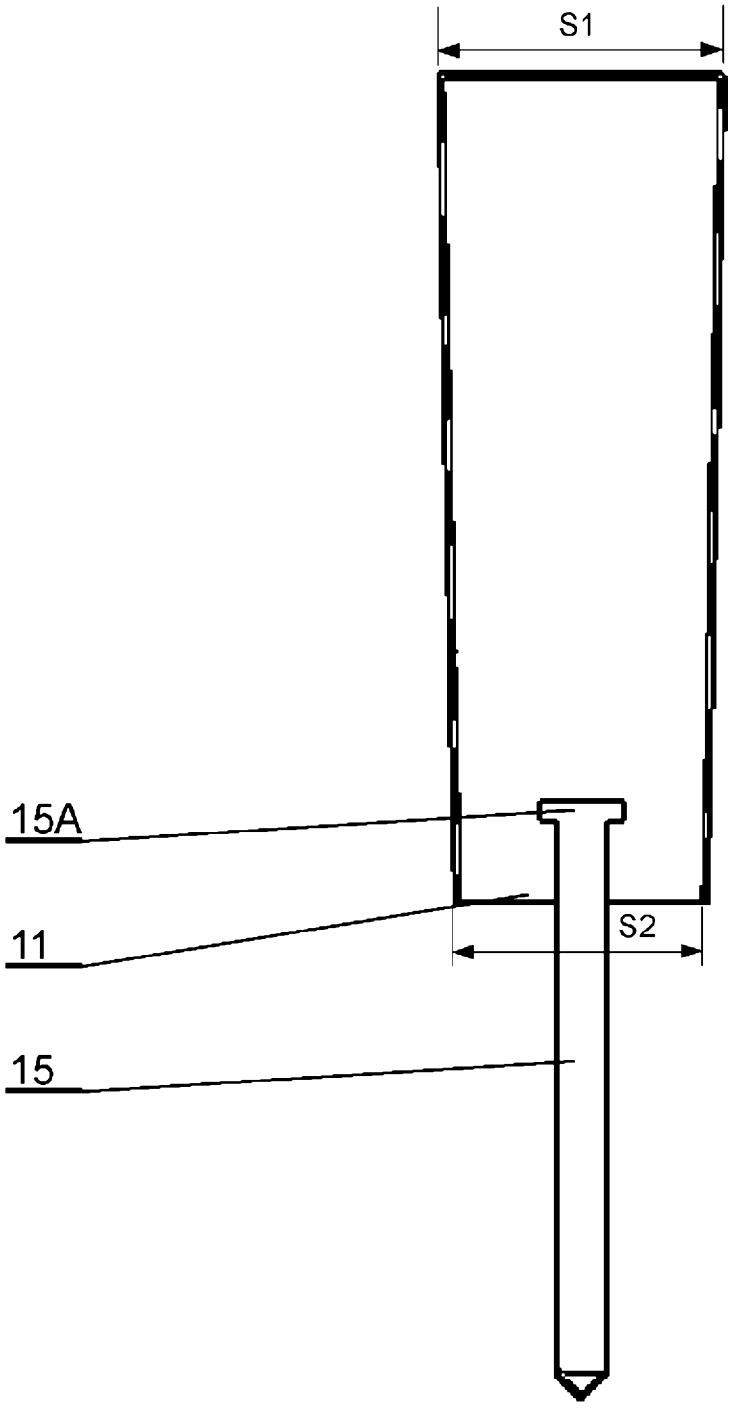


Fig. 4

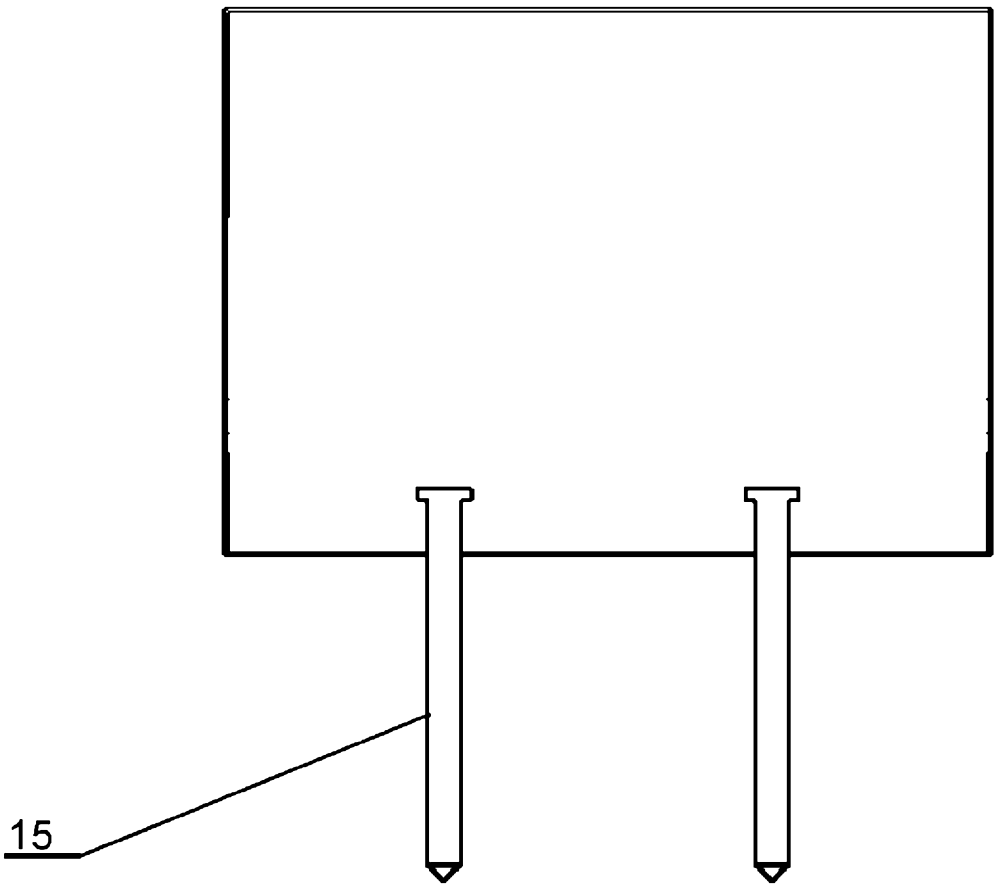


Fig. 5

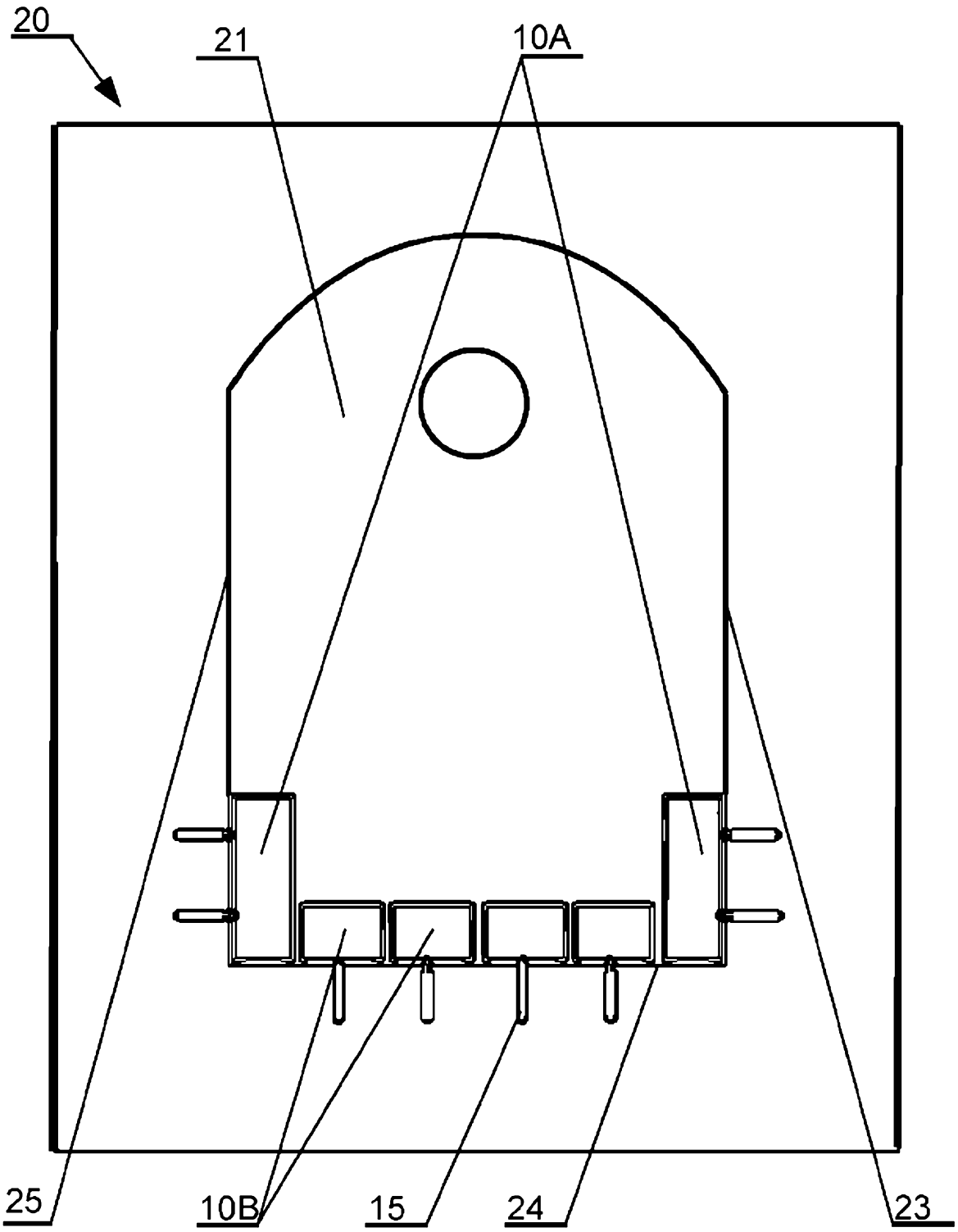


Fig. 6A

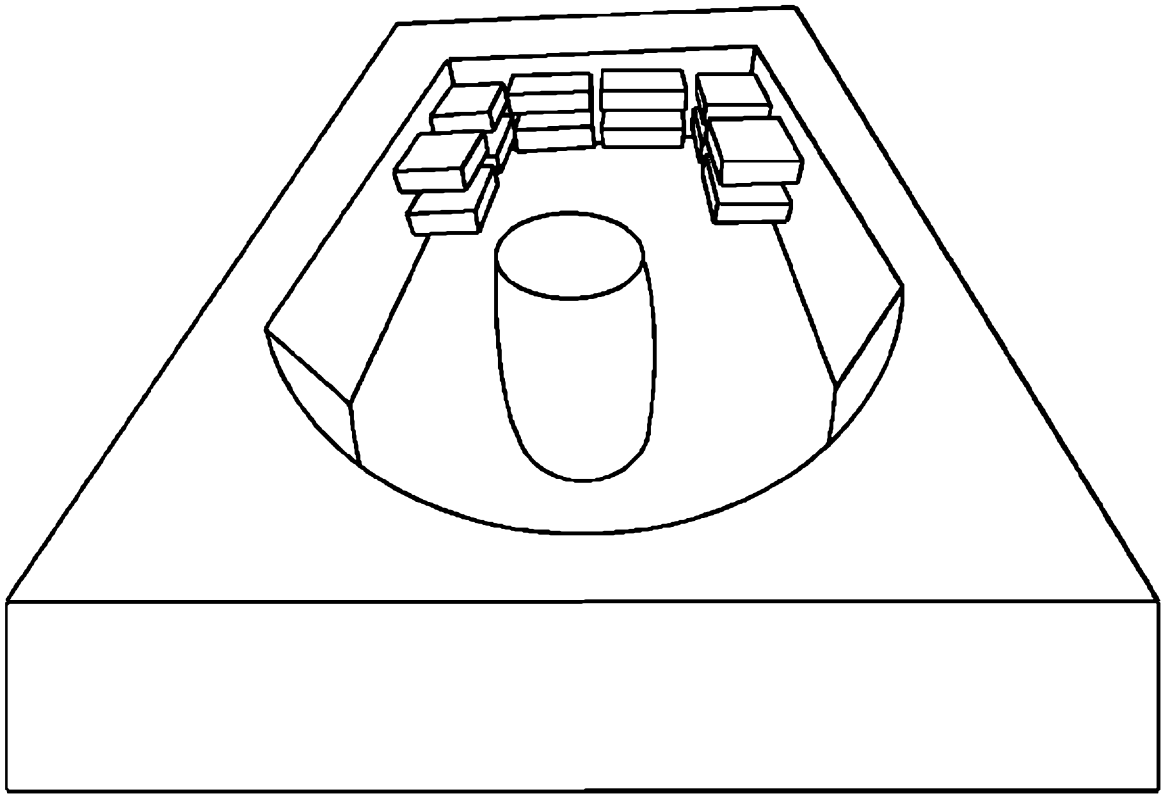


Fig. 6B

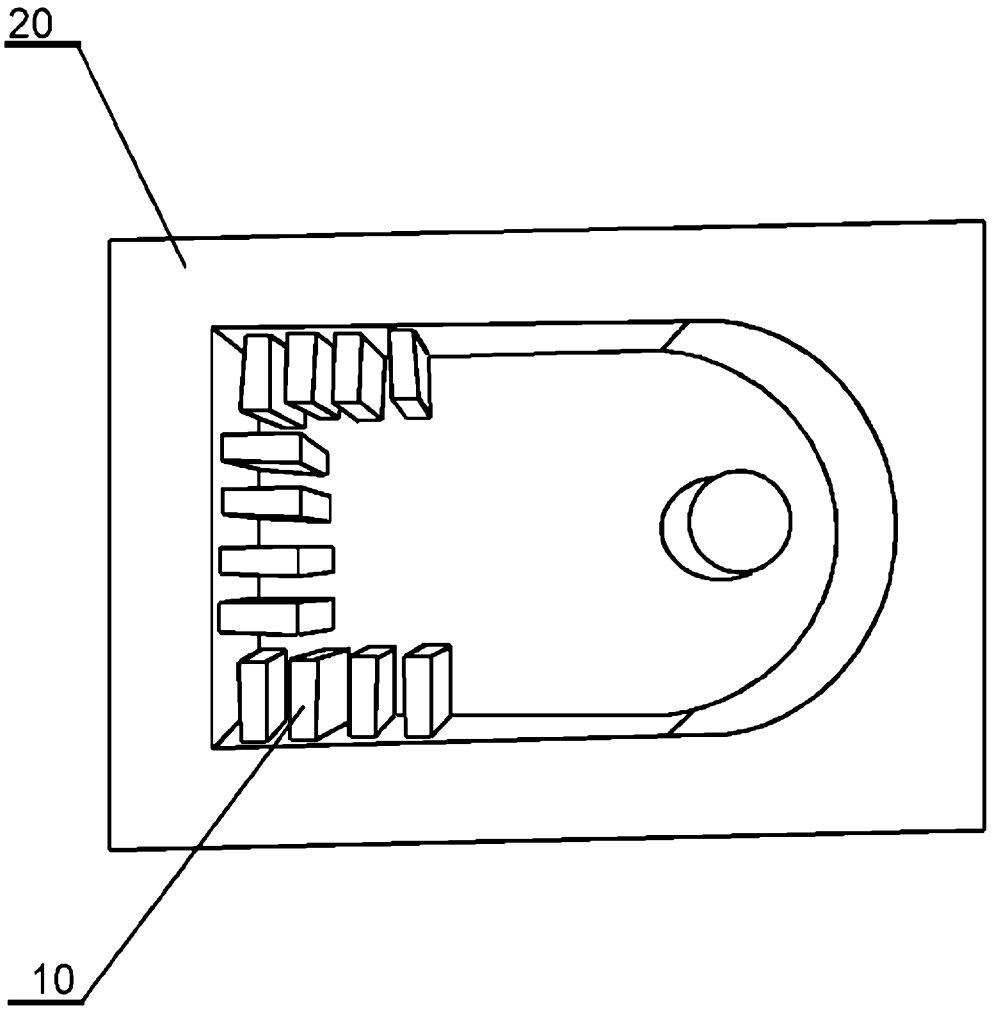


Fig. 7

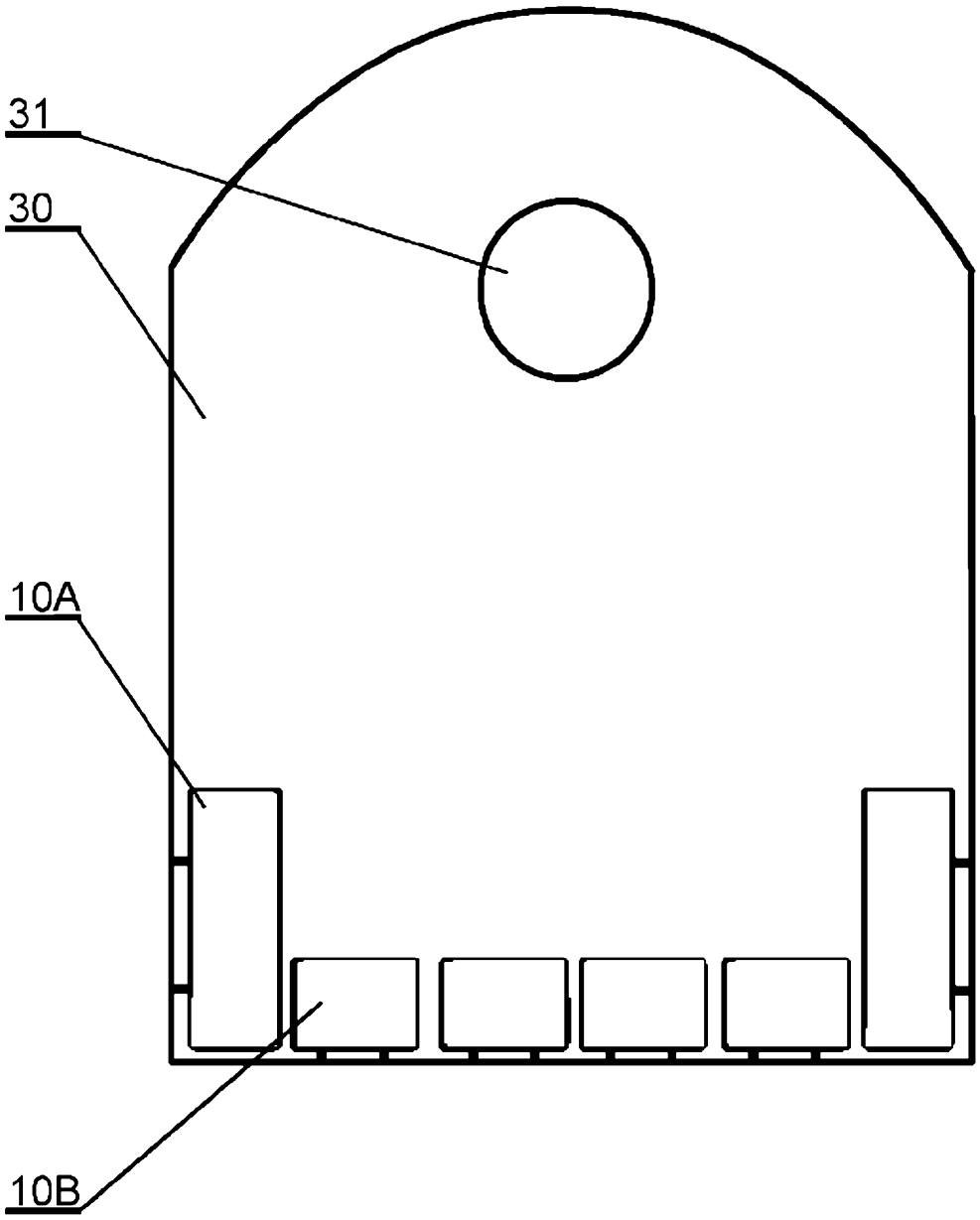


Fig. 8