

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **239375**
(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **429312**

(22) Data zgłoszenia: **18.03.2019**

(51) Int.Cl.
F16J 12/00 (2006.01)
F17C 1/02 (2006.01)

(54)

Zbiornik sprężonego gazu i jego kompozytowe elementy

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

21.09.2020 BUP 20/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

29.11.2021 WUP 35/21

(73) Uprawniony z patentu:

HABRYŃ ANDRZEJ STANISŁAW,
Wolbrom, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

ANDRZEJ STANISŁAW HABRYŃ,
Wolbrom, PL

PL 239375 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest zbiornik sprężonego gazu i jego kompozytowe elementy, przeznaczone zwłaszcza do magazynowania gazu ziemnego albo wodoru i stanowi rozwiązanie problemu jednoczesnego zapewnienia wysokiej gęstości magazynowania gazu, niskiej masy oraz bezpieczeństwa i zapewnienia dostępnych przestrzeni na przykład pojazdu zasilanego CNG lub wodorem.

Stan techniki: Regulamin 110 EKG ONZ opisuje zarówno wymagania jak i konstrukcje zbiorników sprężonego gazu ziemnego (CNG) do zastosowań w pojazdach. Regulamin klasyfikuje również butle do przechowywania sprężonego gazu ziemnego. Wyróżniono 4 podstawowe rodzaje zbiorników, różniących się konstrukcją. Rodzaje butli, wykonane z wykorzystaniem różnych technologii produkcji, która wpływa na wartość masowego wskaźnika pojemności (stosunek masy zbiornika do jego objętości geometrycznej): CNG-1 całkowicie metalowe najczęściej stalowe lub rzadziej aluminiowe, tego rodzaju zbiorniki mają masę 0,8–1,1 kg na każdy litr pojemności geometrycznej. Ciśnienie rozrywające dla tych zbiorników wynosi min. 45 MPa. CNG-2 – z wkładem metalowym (aluminiowym lub stalowym) i opłotem obwodowym z włókna węglowego przesycanego żywicą epoksydową. Masowy wskaźnik pojemności dla tego typu zbiorników wynosi 0,6–0,8 kg/l. Zbiorniki te są znacznie bardziej wytrzymałe, ciśnienie rozrywające wynosi 47–50 MPa (w zależności od rodzaju zastosowanych w oplocie włókien). CNG-3 z wkładem metalowym (aluminiowym lub stalowym) i pełnym opłotem (obwodowym i krzyżowym) z włókna węglowego. Dla uzyskania wysokiej odporności mechanicznej warstwa wierzchnia jest wykonywana z włókna szklanego, obie warstwy są przesycane żywicą epoksydową. Zbiorniki te są jeszcze lżejsze, ich masa wynosi 0,3–0,5 kg na każdy litr pojemności. Minimalne ciśnienie rozrywające mieści się w granicach od 47 do 70 MPa (w zależności od rodzaju zastosowanych w oplocie włókien). CNG-4 z wkładem wykonanym z materiału niemetalowego i pełnym opłotem z włókna węglowego i szklanego, przesycanym żywicą epoksydową. Spotyka się także zbiorniki z opłotem wykonanym z włókien aramidowych. Wskaźnik masowy wynosi 0,3–0,4 kg na każdy l pojemności geometrycznej. Ciśnienie rozrywające wynosi od 47 do 73 MPa (w zależności od rodzaju zastosowanych w oplocie włókien). Będąc elementem nośnym zbiornika kompozytowego powłoka wykonana z różnego rodzaju włókien musi być nawijana w ściśle określonych i kontrolowanych warunkach. Włókno w postaci ciągłej jest nakładane ze ściśle określonym naprężeniem.

W zbiornikach V generacji (typu V) wyeliminowano użycie wkładu (linera). Są to tzw. zbiorniki linerless. Cała ich konstrukcja jest wykonana z przesycanych żywicą włókien. Dzięki temu, oprócz zmniejszenia masy zbiornika, uzyskuje się zwiększenie jego objętości wewnętrznej (brak linera) czyli zdolności do magazynowania gazu ziemnego. Rozwiązanie jest chronione patentem US 20170299057.

Rozwiązania wyżej wymienione są stosowane powszechnie dla pojazdów i innych zastosowań magazynowania gazów w tym CNG oraz wodoru. Wszystkie te rozwiązania mają krytycznie obciążony element na przejściu między częścią cylindryczną a dennicą. Ponadto w powłoce występuje złożony stan obciążeń niekorzystnie wpływający na masę zbiornika poprzez wynikający z niezbędnej wytrzymałości duży niezbędny obciążany przekrój.

Rozwiązanie wg wynalazku bazuje na znanym efekcie fizycznym szybkiego spadku osiowej składowej obciążenia cylindrycznych elementów zbiornika gazu sprężonego wraz ze wzrostem stosunku L (długości części cylindrycznej) do D (średnicy zbiornika cylindrycznego) a zwłaszcza zmniejszania średnicy zbiornika, co powoduje spadek wynikowych naprężeń w powłoce zbiornika, co z kolei zmniejsza niezbędny ze względów wytrzymałościowych przekrój ścianek zbiornika, co prowadzi do zmniejszenia masy zbiornika. Zbiornik sprężonego gazu i jego kompozytowe elementy wg wynalazku charakteryzuje się tym, że kompletny zbiornik gazów stanowi rura kompozytowa 10 albo zespół połączonych rur kompozytowych 10 przy czym rura kompozytowa 10 posiada postać walca albo zespołu połączonych walców o stosunku L (długość) do D (średnica) nie mniejszym niż $1 : 50$, przy czym średnica wewnętrzna walca D nie jest większa niż 8 mm i walec ten tworzony jest przez rurę wewnętrzną 1 z tworzywa termoplastycznego o stosunku grubości ścianki t do średnicy D_t nie mniejszej niż 0,2, na której owinięty jest i zgrzany z nią za pośrednictwem warstwy adhezyjnej 3 w postaci folii z tworzywa termoplastycznego albo kleju termoplastycznego albo chemoutwardzalnego albo termoutwardzalnego ciągły opłot 2 w postaci pasma 6 albo wielu pasm 6 rowingu z włókna szklanego albo węglowego albo bazaltowego albo węglowego albo aramidowego albo mieszany z wymienionych włókien, przy czym pasmo 6 jest uprzednio przesycane żywicą epoksydową albo poliestrową albo poliuretanową albo silikonową albo inną żywicą chemo- albo termoutwardzalną, która po przesyceniu

pasma 6 rowingu została utwardzona przed owijaniem na rurze 1 z tworzywa termoplastycznego. Kąt owijania pasmem 6 rowingu rury 1 z tworzywa termoplastycznego zawiera się w przedziale od 0,1 do 65 stopni, pasmo 6 owijające rurę termoplastyczną może być wstępnie powleczone warstwą adhezyjną 3 od strony rury 1 z tworzywa termoplastycznego albo z obu stron pasma 6, przy czym warstw nawiniętych na rurę 1 pasm 6 rowingu może być od 1 do 20, przy czym dodatkowo rura 1 termoplastyczna dla zmniejszenia migracji wodoru i innych gazów może być powleczone od wewnątrz lub od zewnątrz warstwą folii 4 metalowej albo metalizowanej folii z tworzywa sztucznego o grubości nie większej niż 0,2 mm, folia 4 może być naniesiona na pasma 6 rowingu zarówno od strony rury 1 z tworzywa termoplastycznego jak i z przeciwnej strony albo z obydwu stron pasma 6. Pasma rowingu 6 mogą być nawijane pod tym samym kątem w różnych warstwach albo pod różnymi kątami, przy czym warstwy rowingu 6 mogą być nawijane w tę samą stronę patrząc na przekrój rury 1, mogą także być nawijane w przeciwne strony to znaczy jedno z pasm 6 w prawo, drugie 7 w lewo patrząc od strony przekroju poprzecznego rury 1 a rura kompozytowa 10 zakończona jest co najmniej z jednej strony króćcem przyłączeniowym 11 połączonym z rurą kompozytową 10 za pomocą zgrzewania z wewnętrzną rurą 1 z tworzywa sztucznego termoplastycznego albo przez zgrzanie za pomocą pośredniej warstwy adhezyjnej 4 z zewnętrznym opłotem 2 albo poprzez dodatkowy zewnętrzny opłot 12 nalaminowany z żywicą na zewnętrzny opłot 2 z pasm 6 rury kompozytowej 10 i jednocześnie na łącznik – króciec 11 albo poprzez kombinację wymienionych sposobów z drugiej strony rura kompozytowa 10 zakończona jest albo zbieżnym zwężeniem 14 zakończonym ślepo albo zaślepką albo połączona z łącznikiem U 8 połączonym z rurą kompozytową 10 za pomocą zgrzewania łącznika wewnętrznego 9 z wewnętrzną rurą 1 z tworzywa sztucznego termoplastycznego albo przez zgrzanie za pomocą pośredniej warstwy adhezyjnej z zewnętrznym opłotem 2 wewnętrznej powierzchni łączącej łącznika 8 albo przez sklejenie z zewnętrznym opłotem 2 wewnętrznej powierzchni łączącej łącznika 8 albo poprzez kombinację wymienionych sposobów. Zbiornik stanowić może zestaw rur kompozytowych 10 połączonych łącznikami U 8 albo zespolonymi łącznikami wielokrotnymi 13 łączonymi z rurami kompozytowymi 10 uprzednio wymienionymi sposobami, które to łączniki zespolone 13 łączą nie mniej niż 3 rury kompozytowe jednocześnie.

Przedmiot wynalazku w przykładach jest uwidoczniony na rysunku, na którym:

- FIG. 1 przedstawia element zbiornika sprężonego gazu – rurę kompozytową 10 utworzoną przez rurę 1 z tworzywa termoplastycznego owiniętą ciągłym opłotem 2 z rowingu bazaltowego przesyconego zestaloną żywicą epoksydową,
- FIG. 2 przedstawia element zbiornika sprężonego gazu – rurę kompozytową 10 utworzoną przez rurę 1 z tworzywa termoplastycznego owiniętą ciągłym opłotem 2 z rowingu bazaltowego przesyconego zestaloną żywicą epoksydową a pomiędzy nimi znajduje się warstwa adhezyjna 3 z tworzywa termoplastycznego;
- FIG. 3 przedstawia element zbiornika sprężonego gazu – rurę kompozytową 10 utworzoną przez rurę 1 z tworzywa termoplastycznego owiniętą ciągłym opłotem 2 z rowingu bazaltowego przesyconego zestaloną żywicą epoksydową a pomiędzy nimi znajduje się warstwa adhezyjna 3 z tworzywa termoplastycznego a pomiędzy rurą 1 a warstwą adhezyjną 3 znajduje się warstwa metalizowanej folii termoplastycznej 4;
- FIG. 4 przedstawia element zbiornika sprężonego gazu – rurę kompozytową 10 utworzoną przez rurę 1 z tworzywa termoplastycznego owiniętą ciągłym opłotem 2 z rowingu bazaltowego przesyconego zestaloną żywicą epoksydową a pomiędzy nimi znajduje się warstwa adhezyjna 3 z tworzywa termoplastycznego a pomiędzy rurą 1 a warstwą adhezyjną 3 znajduje się warstwa metalizowanej folii termoplastycznej 4, a rura 1 z tworzywa termoplastycznego na wewnętrznej stronie posiada przygrzaną folię metalową 5;
- FIG. 5 przedstawia element zbiornika sprężonego gazu – rurę kompozytową 10 utworzoną przez rurę 1 z tworzywa termoplastycznego owiniętą dwoma warstwami ciągłego opłotu 2 z rowingu bazaltowego przesyconego zestaloną żywicą epoksydową z warstwami adhezyjnymi 3 między opłotami oraz między opłotem 2 i rurą 1 tworzywa termoplastycznego a pomiędzy rurą 1 a warstwą adhezyjną 3 znajduje się warstwa metalizowanej folii termoplastycznej 4, a rura 1 z tworzywa termoplastycznego na wewnętrznej stronie posiada przygrzaną folię metalową 5;
- FIG. 6 przedstawia element zbiornika sprężonego gazu – rurę kompozytową 10 utworzoną przez rurę 1 z tworzywa termoplastycznego owijaną opłotem 2 w postaci pasma 6

- rowingu bazaltowego przesączonego uprzednio żywicą epoksydową zestaloną przed owijaniem rury 1;
- FIG. 7 przedstawia element zbiornika sprężonego gazu – rurę kompozytową 10 utworzoną przez rurę 1 z tworzywa termoplastycznego owijaną dwoma opłotami 2 w postaci pasma 6 rowingu bazaltowego przesączonego uprzednio żywicą epoksydową zestaloną przed owijaniem rury 1 i pasma 7 identycznego z pasmem 6 ale nawijanego w przeciwną stronę niż pasmo 6;
- FIG. 8 przedstawia element zbiornika sprężonego gazu – dwie rury kompozytowe 10 połączone łącznikiem U 8 z wewnętrzną rurą łącznika 9 z obu stron połączoną poprzez zgrzewanie z rurami 1 z tworzywa termoplastycznego;
- FIG. 9 przedstawia element zbiornika sprężonego gazu – dwie rury kompozytowe 10 połączone łącznikiem U 8 z obu stron połączone poprzez wklejenie rur kompozytowych 10 do wewnętrznych gniazd łącznika U 8;
- FIG. 10 przedstawia element zbiornika sprężonego gazu – dwie rury kompozytowe 10 połączone łącznikiem U 8 z obu stron połączone poprzez wklejenie rur kompozytowych 10 do wewnętrznych gniazd łącznika U 8 i jednocześnie połączone łącznikiem U 8 z wewnętrzną rurą łącznika 9 z obu stron połączoną poprzez zgrzewanie z rurami 1 z tworzywa termoplastycznego;
- FIG. 11 przedstawia element zbiornika sprężonego gazu – rurę kompozytową 10 zakończoną króćcem przyłączeniowym 11 połączonym z wewnętrzną rurą 1 z tworzywa termoplastycznego przez zgrzanie;
- FIG. 12 przedstawia element zbiornika sprężonego gazu – rurę kompozytową 10 zakończoną króćcem przyłączeniowym 11 połączonym z wewnętrzną rurą 1 z tworzywa termoplastycznego przez zgrzanie i jednocześnie poprzez dodatkowy zewnętrzny opłot 2 nałaminowany z żywicą na zewnętrzny opłot 2 z pasm 6 rury kompozytywnej 10 i jednocześnie na łącznik – króciec 11;
- FIG. 13 przedstawia element zbiornika sprężonego gazu – zespół trzech rur kompozytowych 10 połączonych łącznikiem zespołowym 13 z 3 wyprowadzeniami do wewnętrznego łączenia z rurami kompozytowymi 10 i poprzez zgrzanie elementów cylindrycznych rurowych łącznika 13 z wewnętrzną rurą 1 z tworzywa termoplastycznego rur kompozytowych 10, łącznik 13 zaś wyposażony jest w 1 wewnętrzne gniazdo do połączenia zewnętrznego;
- FIG. 14 przedstawia element zbiornika sprężonego gazu – zakończenie rury kompozytywnej 10 w postaci stożkowo zbiegającego się ślepego zakończenia 14.

Zastosowanie zbiornika sprężonego gazu i jego kompozytowych elementów pozwoli na lepsze wykorzystanie miejsca przeznaczonego na zbiorniki gazu CNG albo wodoru w pojazdach, zwiększy bezpieczeństwo eksploatacji poprzez mniej dramatyczne następstwa ewentualnego rozszczelnienia czy rozerwania zbiornika w porównaniu do innych rodzajów zbiorników sprężonych gazów, obniży koszty poprzez możliwość zautomatyzowania procesu i mniejsze nakłady pracy na jednostkę objętości, pozwoli także na zmniejszenie całkowitej masy zbiorników poprzez znaczącą redukcję naprężeń osiowych w cylindrycznych częściach zbiorników.

Zastrzeżenia patentowe

1. Zbiornik sprężonego gazu i jego kompozytowe elementy wg wynalazku, **znamienny tym**, że: kompletny zbiornik gazów stanowi rura kompozytowa 10 albo zespół połączonych rur kompozytowych 10 przy czym rura kompozytowa 10 posiada postać walca albo zespołu połączonych walców o stosunku L (długość) do D (średnica) nie mniejszym niż 1: 50, przy czym średnica wewnętrzna walca D nie jest większa niż 8 mm i walec ten tworzony jest przez rurę wewnętrzną 1 z tworzywa termoplastycznego o stosunku grubości ścianki t do średnicy D_t nie mniejszej niż 0,2, na której owinięty jest i zgrzany z nią za pośrednictwem warstwy adhezyjnej 3 w postaci folii z tworzywa termoplastycznego albo kleju termoplastycznego albo chemoutwardzalnego albo termoutwardzalnego ciągły opłot 2 w postaci pasma 6 albo wielu pasm 6 rowingu z włókna szklanego albo węglowego albo bazaltowego albo węglowego albo aramidowego albo mieszany z wymienionych włókien, przy czym pasmo 6 jest uprzednio przesączone żywicą epoksydową albo poliestrową albo poliuretanową albo

- silikonową albo inną żywicą chemo- albo termoutwardzalną, która po przesyceniu pasma 6 rowingu została utwardzona przed owijaniem na rurze 1 z tworzywa termoplastycznego.
2. Zbiornik sprężonego gazu i jego kompozytowe elementy wg zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że: kąt owijania pasmem 6 rowingu rury 1 z tworzywa termoplastycznego zawiera się w przedziale od 0,1 do 65 stopni.
 3. Zbiornik sprężonego gazu i jego kompozytowe elementy wg zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że: pasmo 6 owijające rurę termoplastyczną jest wstępnie powleczone warstwą adhezyjną 3 od strony rury 1 z tworzywa termoplastycznego albo z obu stron pasma 6.
 4. Zbiornik sprężonego gazu i jego kompozytowe elementy wg zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że: warstw nawiniętych na rurę 1 pasm 6 rowingu jest od 1 do 20.
 5. Zbiornik sprężonego gazu i jego kompozytowe elementy wg zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że: rura 1 termoplastyczna dla zmniejszenia migracji wodoru i innych gazów jest powleczone od wewnątrz albo od zewnątrz warstwą folii 4 metalowej albo metalizowanej folii z tworzywa sztucznego o grubości nie większej niż 0,2 mm.
 6. Zbiornik sprężonego gazu i jego kompozytowe elementy wg zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że: folia 4 jest naniesiona na pasma 6 rowingu zarówno od strony rury 1 z tworzywa termoplastycznego albo z przeciwnej strony albo z obydwu stron pasma 6.
 7. Zbiornik sprężonego gazu i jego kompozytowe elementy wg zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że: pasma rowingu 6 są nawijane pod tym samym kątem w różnych warstwach albo pod różnymi kątami w różnych warstwach.
 8. Zbiornik sprężonego gazu i jego kompozytowe elementy wg zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że: warstwy rowingu 6 są nawijane w tę samą stronę patrząc na przekrój rury 1, albo są nawijane w przeciwne strony to znaczy jedno z pasm 6 w prawo, drugie 7 w lewo patrząc od strony przekroju poprzecznego rury 1.
 9. Zbiornik sprężonego gazu i jego kompozytowe elementy wg zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że: rura kompozytowa 10 zakończona jest co najmniej z jednej strony króćcem przyłączeniowym 11 połączonym z rurą kompozytową 10 za pomocą zgrzewania z wewnętrzną rurą 1 z tworzywa sztucznego termoplastycznego albo przez zgrzanie za pomocą pośredniej warstwy adhezyjnej 4 z zewnętrznym opłotem 2 albo poprzez dodatkowy zewnętrzny opłot 12 nalaminowany z żywicą na zewnętrzny opłot 2 z pasm 6 rury kompozytowej 10 i jednocześnie na łącznik – króciec 11 albo poprzez kombinację wymienionych sposobów.
 10. Zbiornik sprężonego gazu i jego kompozytowe elementy wg zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że: rura kompozytowa 10 zakończona jest albo zbieżnym zwężeniem 14 zakończonym ślepo albo zaślepką.
 11. Zbiornik sprężonego gazu i jego kompozytowe elementy wg zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że: rura kompozytowa 10 zakończona jest albo zbieżnym zwężeniem 14.
 12. Zbiornik sprężonego gazu i jego kompozytowe elementy wg zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że: rura kompozytowa 10 połączona jest z łącznikiem U 8 za pomocą zgrzewania łącznika wewnętrznego 9 z wewnętrzną rurą 1 z tworzywa sztucznego termoplastycznego albo przez zgrzanie za pomocą pośredniej warstwy adhezyjnej z zewnętrznym opłotem 2 wewnętrznej powierzchni łączącej łącznika 8 albo przez sklejenie z zewnętrznym opłotem 2 wewnętrznej powierzchni łączącej łącznika 8 albo poprzez kombinację wymienionych sposobów;
 13. Zbiornik sprężonego gazu i jego kompozytowe elementy wg zastrzeżenia 1 **znamienny tym**, że: zbiornik stanowi zestaw rur kompozytowych 10 połączonych łącznikami U 8.
 14. Zbiornik sprężonego gazu i jego kompozytowe elementy wg zastrzeżenia 1 **znamienny tym**, że: zbiornik stanowi zestaw rur kompozytowych 10 połączonych zespolonymi łącznikami wielokrotnymi 13 łączonymi z rurami kompozytowymi 10, które to łączniki zespolone 13 łączą nie mniej niż 3 rury kompozytowe jednocześnie.

Rysunki

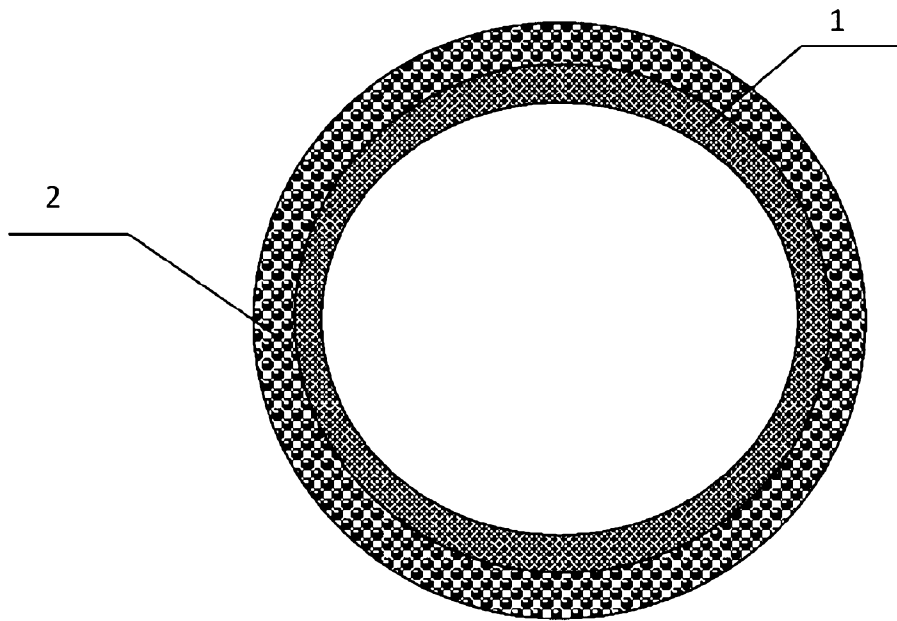


FIG. 1

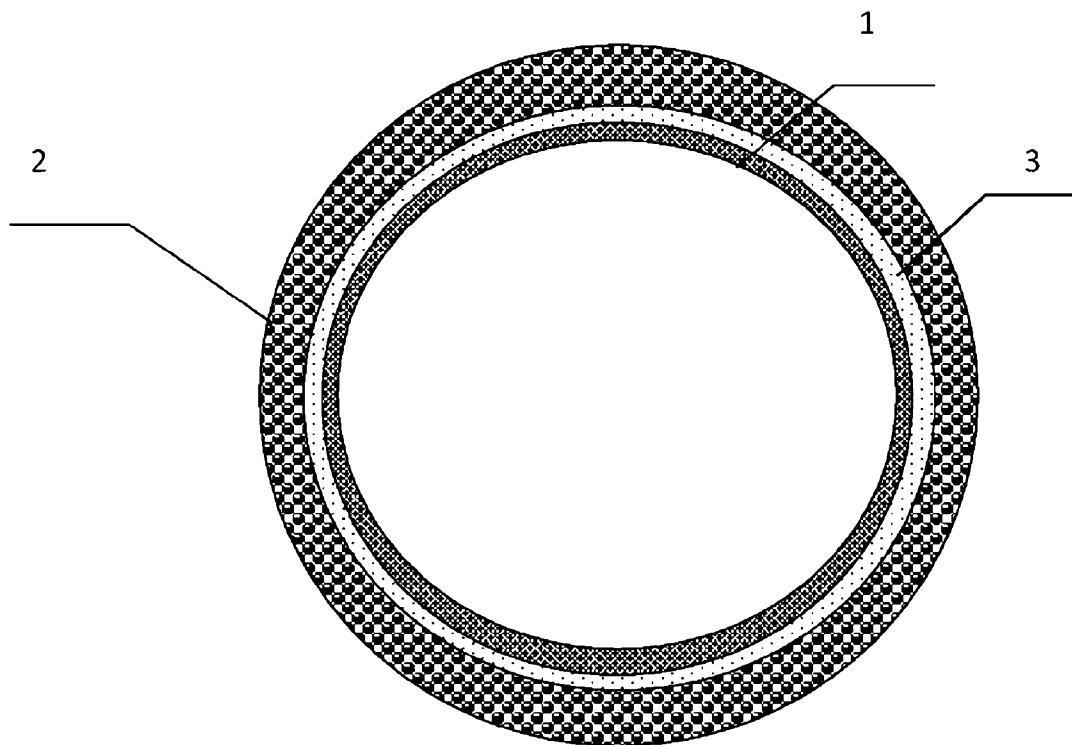


FIG. 2

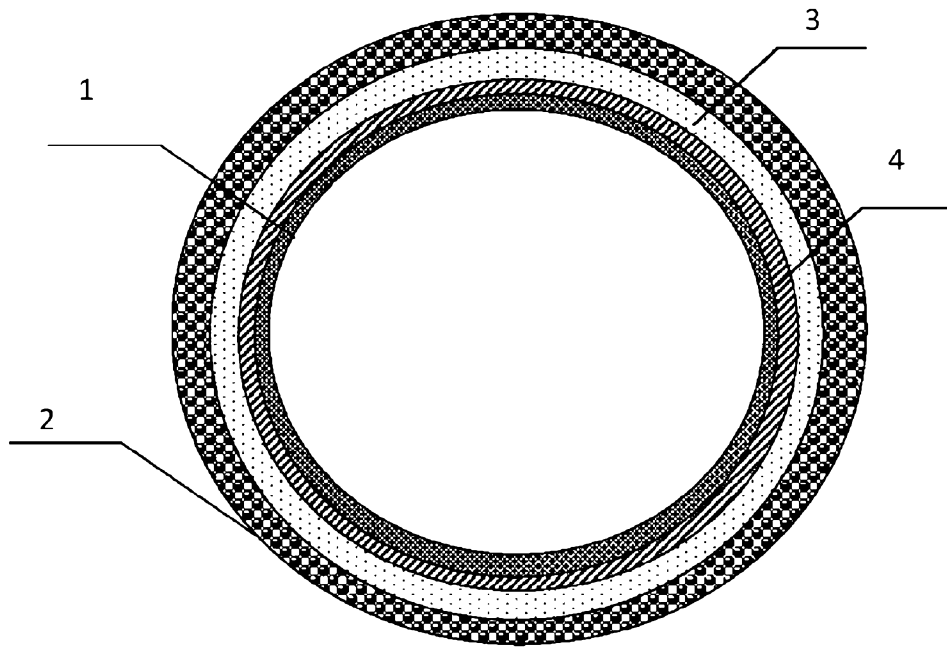


FIG.3

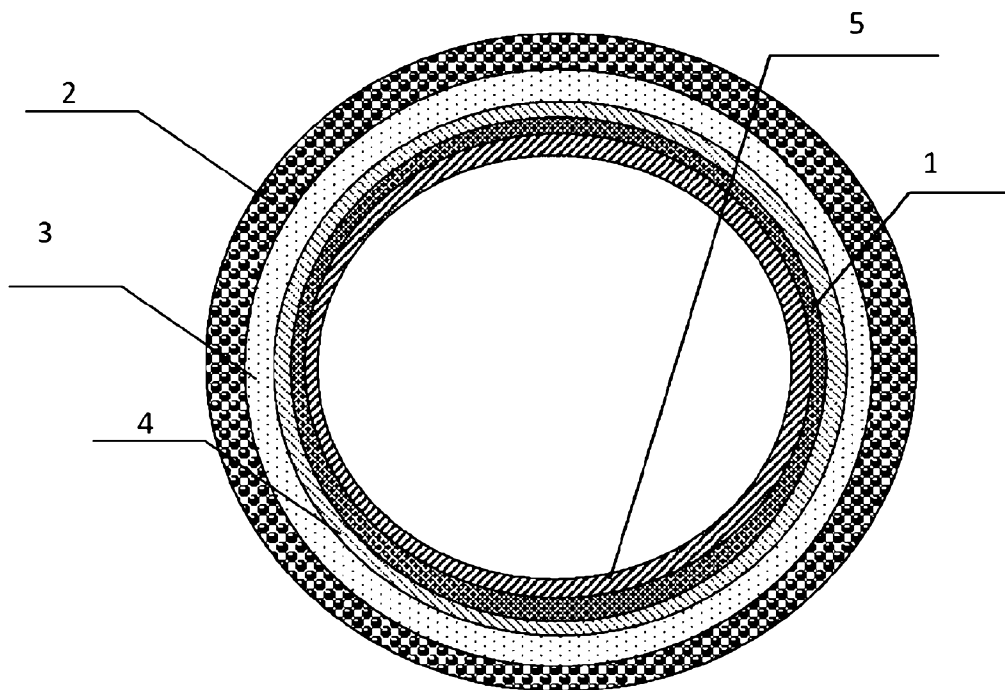


FIG.4

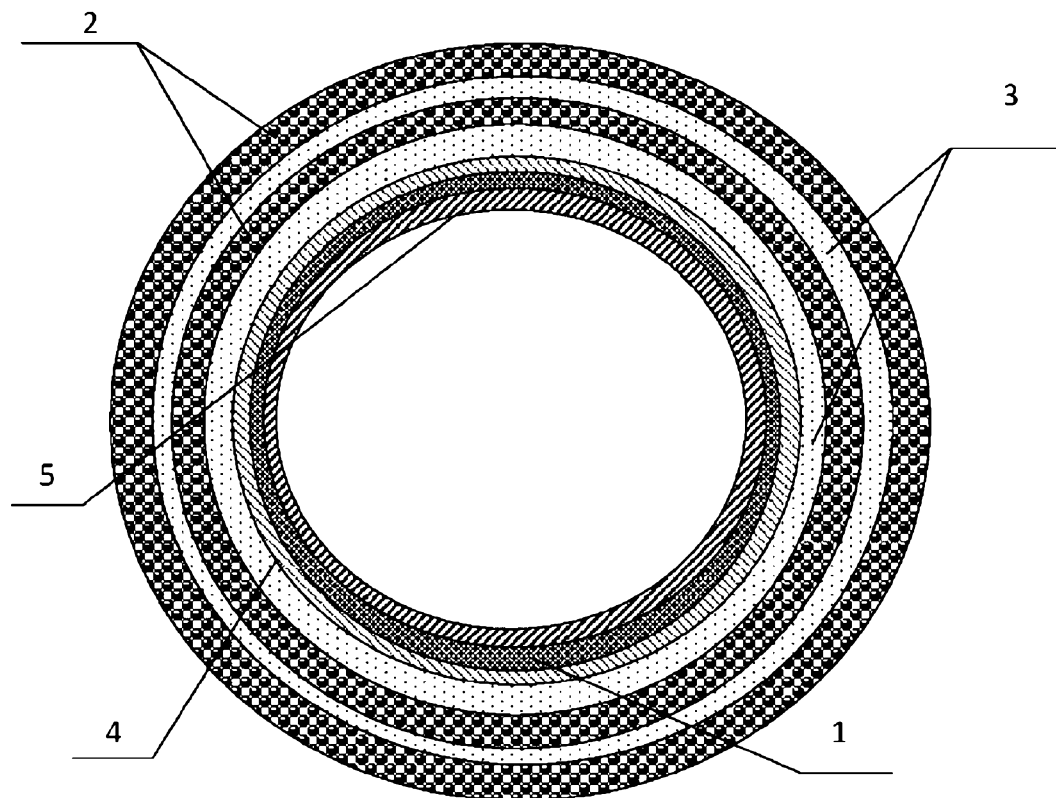


FIG. 5

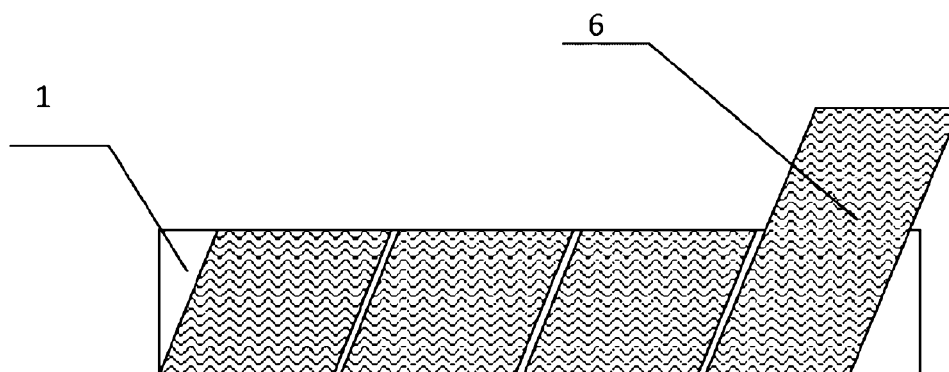


FIG. 6

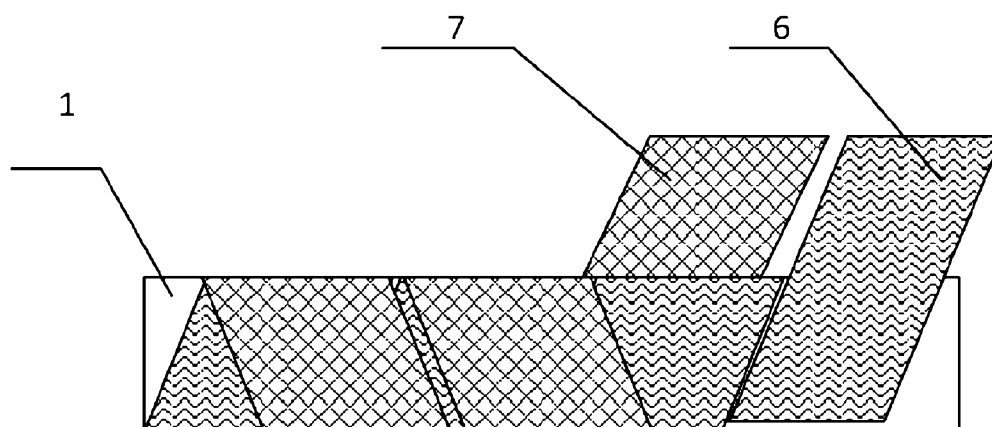


FIG. 7

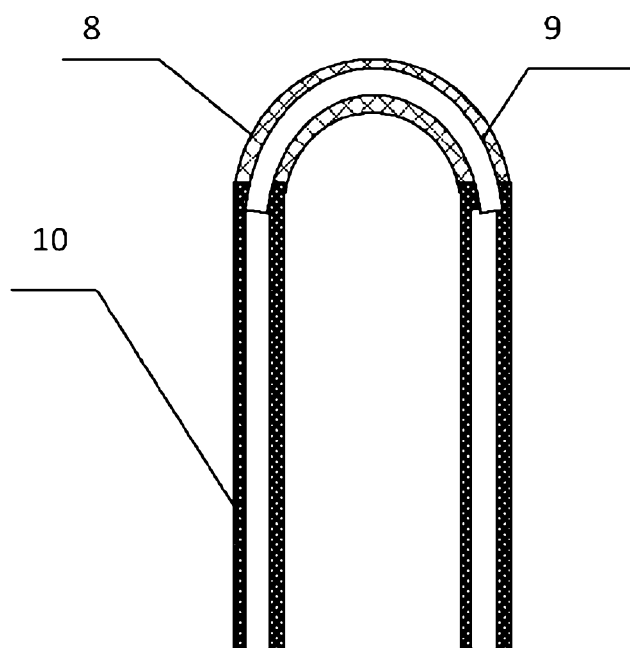


FIG. 8

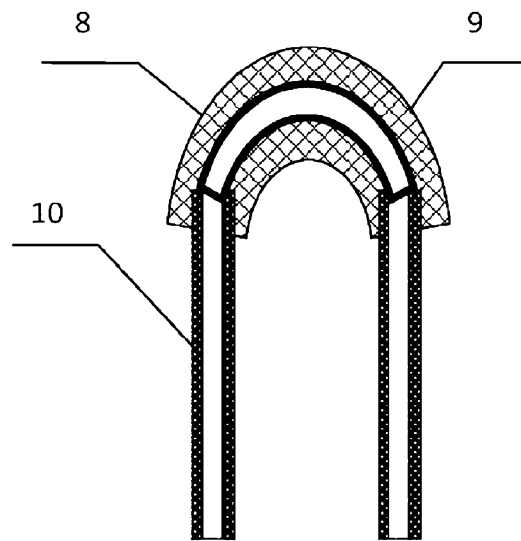


FIG.9

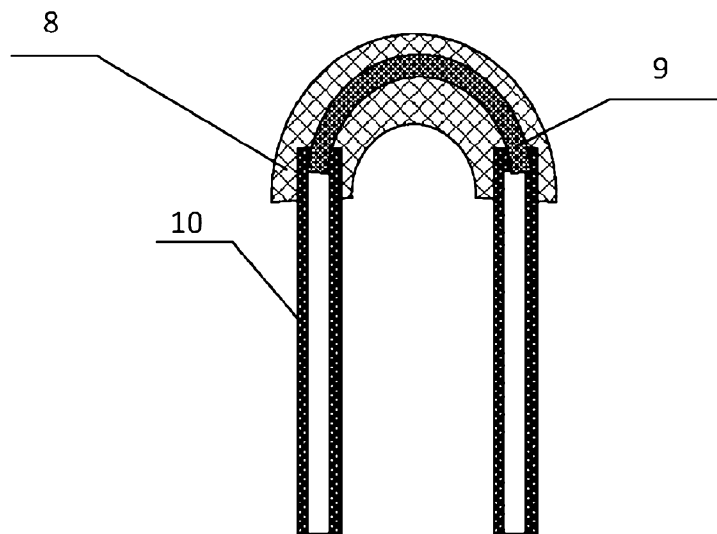


FIG.10

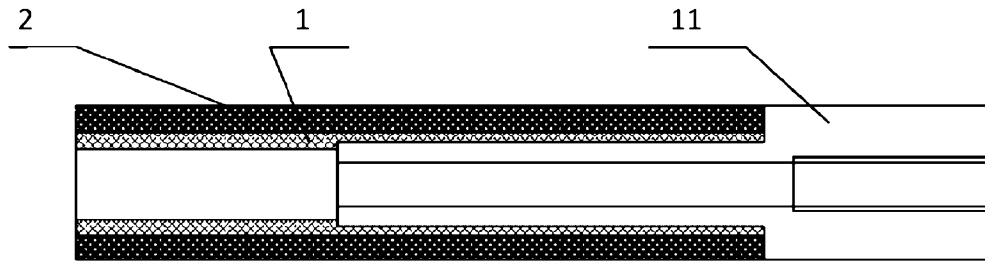


FIG. 11

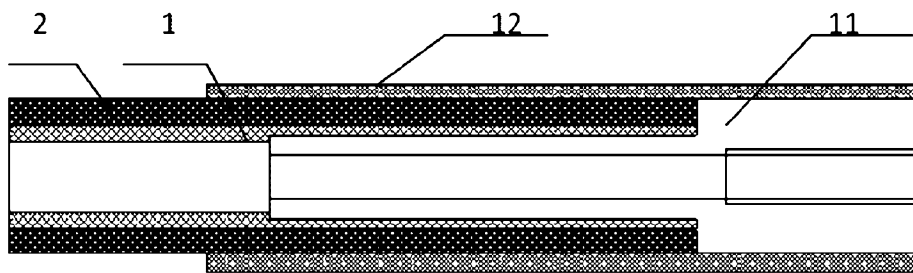


FIG. 12

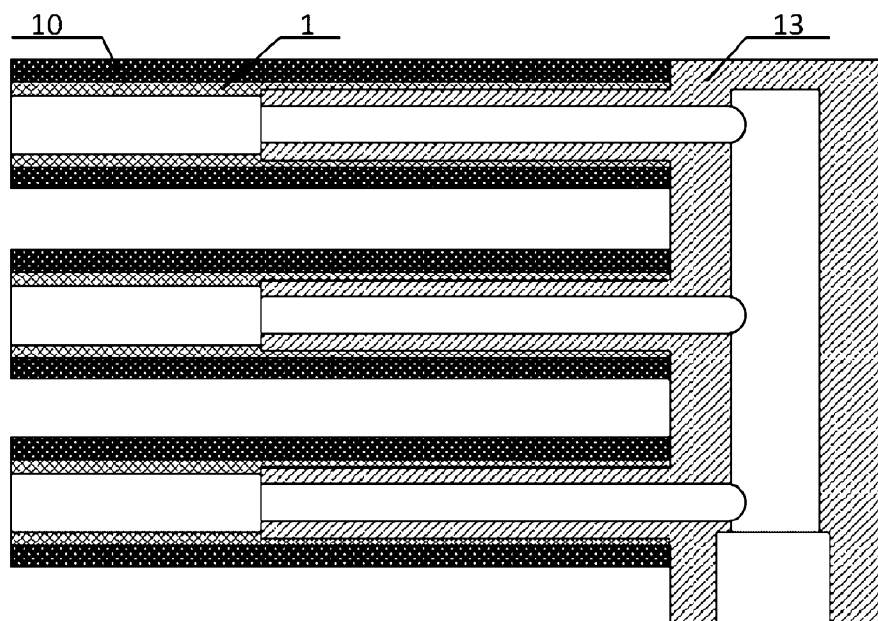


FIG. 13

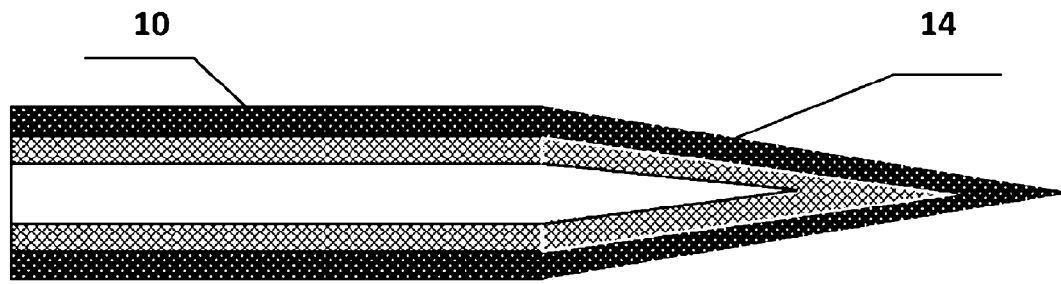


FIG.14