

Warszawa, 14 października 1936 r.

URZĄD PATENTOWY



H016 7/00

TEKA

RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ OPIS PATENTOWY

Nr 23631.

Kl. 21 c, 5/01.

Siemens & Halske Aktiengesellschaft
(Berlin-Siemensstadt, Niemcy).

Żyły z izolacją z przestrzenią powietrzną do kabli o małej pojemności.

Patent zależny w zakresie zastrz. 3 od patentu Nr 21870.

Zgłoszono 24 maja 1934 r.

Udzielono 4 sierpnia 1936 r.

Pierwszeństwo: 29 maja 1933 r. dla zastrz. 1—3, 8—11; 6 lipca 1933 r. dla zastrz. 18; 11 lipca 1933 r. dla zastrz. 12, 17; 25 lipca 1933 r. dla zastrz. 13—16; 17 sierpnia 1933 r. dla zastrz. 4—7 (Niemcy).

W celu osiągnięcia w dalekosiężnych kablach teletechnicznych małej pojemności między żyłami linii podwójnej proponowano otaczać poszczególne żyły powłoką papierową, której średnica wewnętrzna jest większa od średnicy gołej żyły, a następnie ściągać tę powłokę nitką, nawiniętą wzdłuż linii śrubowej. W ten sposób starano się uzyskać, aby przewód zajmował względem powłoki położenie współśrodkowe oraz ażeby między przewodem a powłoką papierową powstawała możliwie duża wolna przestrzeń. Ten sposób izolacji z zachowaniem przestrzeni powietrznej był dawniej

stosowany na dużą skalę, gdyż wykonanie go kosztowało stosunkowo niewiele. Z biegiem czasu jednakże, gdy stawiano coraz większe wymagania pod względem jednostajnego przebiegu pojemności, ten rodzaj izolacji został zastąpiony używaną obecnie izolacją z przestrzenią powietrzną i z przewiązywaniem powłoki izolującej sznurkiem. Wady wspomnianej poprzednio izolacji z przestrzenią powietrzną polegają z punktu widzenia fabrykacji przede wszystkim na tem, że jest trudno równomiernie przewiązać stosunkowo sztywną powłokę papierową i że powstające przytem od-

kształcenia przenoszą się również na te części powłoki papierowej, które znajdują się pomiędzy miejscami przewiązaniami, co oczywiście pociąga za sobą powiększenie pojemności. Wreszcie stosowanie tego rodzaju izolacji do cienkich żył było połączone z trudnościami.

Wadom tym zapobiega się według wynalazku w ten sposób, że powłokę izolującą, otaczającą przewód z pozostawieniem pewnej wolnej przestrzeni, sporządza się nie z papieru, a z masy plastycznej łatwo odkształcalnej, np. gumy, gutaperki, balaty. Stwierdzono, że w razie zastosowania wymienionych materiałów nawet wówczas, gdy żyła i powłoka izolująca znajdują się w stosunkowo znacznej odległości od siebie, zwężenia powłoki w miejscu przewiązania ograniczają się do małych powierzchni. Zaletą żyły z izolacją z przestrzenią powietrzną, wykonaną według wynalazku, jest więc przede wszystkim to, że wyróżnia się niezwykle małą pojemnością, dzięki czemu nadaje się zwłaszcza do budowy kabli na prądy szybkozmienne ze współśrodkowym układem żył, np. kabli, doprowadzających do anten.

Według wynalazku można zmniejszyć jeszcze bardziej pojemność w ten sposób, że powłokę izolującą ściska się przez przewiązanie nie wzdłuż linii śrubowej, lecz wpoprzek, w określonych odstępach. Stosując gumę ze stałą dielektryczną, równą w przybliżeniu 3, 5, uzyskuje się w ten sposób skuteczną stałą dielektryczną wielkości od 1,1 do 1,2. Oprócz stosunkowo małej pojemności urządzenie takie posiada jeszcze tę zaletę, że pozwala na zastosowanie najcieńszych żył, gdyż przy zakładaniu izolacji żyła nie jest narażona na szkodliwe obciążenia zginające, jak to ma miejsce w przypadku przewiązywania powłoki izolującej wzdłuż linii śrubowej.

Do ściskania powłoki izolującej w określonych odstępach stosuje się najdogodniej cienkie nitki z odpowiednich materia-

łów izolacyjnych o dużej wytrzymałości, np. nitki konopne lub bawełniane. Do przewiązywania powłoki izolującej można również używać cienkich drutów metalowych, które posiadają co prawda tę wadę, że nieznacznie powiększają pojemność linii podwójnej, lecz które dzięki swej wysokiej wytrzymałości mają tę zaletę, zwłaszcza wówczas, gdy powłokę ściska się wpoprzek w określonych odstępach, że powiększają odporność powłoki izolującej na zgniecenie z zewnątrz.

Jeżeli materiały izolacyjne, używane do budowy powłoki izolującej, nie są dostatecznie odkształcalne, odkształcalność tę powiększa się celowo przed lub podczas ściskania powłoki. Skoro używa się gumy, jest dogodnie ściskać powłokę gumową w stanie wstępnej wulkanizacji względnie w stanie niezawulkanizowanym. W podobny sposób w przypadku zastosowania gutaperki lub balaty ściskanie powłoki może odbywać się po jej rozgrzaniu. Zamiast wymienionych materiałów można stosować również różne żywice sztuczne, o ile w stanie utwardzonym posiadają one wystarczającą giętkość; następnie można stosować pochodne celulozy oraz połączenia poliwinylowe, np. polistyren. Wybierając materiały, zwłaszcza na przewody, które mają służyć do przepływu prądów szybkozmiennych, należy zwrócić uwagę na to, ażeby oprócz wymaganych własności mechanicznych wykazywały one małe straty dielektryczne i małą stałą dielektryczną. Własność tę, jak wiadomo, w wysokim stopniu posiada polistyren, który można stosować z korzyścią, mieszając go z materiałami termoplastycznymi i z gumą.

Ściskanie powłoki izolującej w stanie zwiększonej odkształcalności posiada tę zaletę, że zwężona w miejscu ściśnięcia powłoka zachowuje swój kształt po stwardnieniu materiału izolacyjnego również bez stosowania wiązałkowych nitek. Pierścieniowe zwężenia mogą być wykonane np. w

ten sposób, że żyłę, zaopatrzoną w powłokę izolacyjną, przeciąga się przez przyrząd, działający na sposób przysłony irtosowej.

Następnie według wynalazku ulepsza się zarówno budowę samej powłoki izolującej, ze względu na wymagane małe pojemności, jak również usprawnia jej wyrób przez zastosowanie takich materiałów izolacyjnych, zwłaszcza mieszanin gumy, które już w stanie niewulkanizowanym posiadają taką stałość formy, że mogą być wulkanizowane wprost w piecu bez użycia specjalnych środków podtrzymujących, a przytem się nie odkształcają, ani tembardziej nie rozpadają. Odkształcalność materiałów izolacyjnych, używanych w myśl wynalazku, jest więc połączona z dużą stałością formy po zakończeniu odkształcenia. Do mieszanin gumy poleca się stosowanie usztywniających domieszek dla uzyskania wymaganej stałości formy. Mielone odpadki miękkiej gumy i klej zwierzęcy, np. klej kostny, są odpowiednie do tego celu. Obliczając w stosunku do kauczuku, dodaje się 25 do 100% odpadków z miękkiej gumy, a w razie dodatku kleju — nieco mniej, mianowicie 10 do 75%. Dodatek kleju w praktyce nie okazał się szkodliwy, mimo jego własności hydrofilowej, w każdym razie pomiary dowiodły, że własności elektryczne mieszaniny gumy nie pogarszają się w stopniu znacznym, również i wówczas, gdy przewód jest wystawiony na działanie wilgoci. Mieszaniny materiałów izolacyjnych według wynalazku nadają się również i do innych celów, zwłaszcza zaś w technice kablowej do wyrobu przedmiotów o skomplikowanych kształtach, które wymagają dostatecznej odkształcalności materiału izolacyjnego i dużej stałości formy po zakończeniu odkształcenia.

Mieszanina gumy, która okazała się bardzo skuteczna, miała np. skład następujący: 32,0% kauczuku, 13% kleju kostnego, 1,0% siarki, 0,3% przyspieszacza,

0,3% czynnika, zabezpieczającego od starzenia, 5,0% tlenku cynku i 48,4% materiałów wypełniających.

Kable względnie przewody, w których jako materiału izolacyjnego używa się gumy, gutaperki lub materiałów podobnych, posiadają tę wadę, że izolacja pod działaniem promieni świetlnych i ciepłych staje się krucha i jej własności elektryczne pogarszają się w odpowiednim stopniu. Aby usunąć te usterki, już dawniej proponowano pokrywać izolację warstwą ochronną z lakieru względnie powłokami z materiału włóknistego, impregnowanymi lub lakierowanymi. Powstały tu jednak z jednej strony trudności w otrzymaniu odpowiedniego lakieru względnie środka impregnującego, niewrażliwego na promienie świetlne i ciepłe, a jednocześnie dostatecznie giętkiego. Z drugiej strony takie warstwy ochronne nie mogą zapobiec nagrzewaniu izolacji przez promienie słoneczne, padające na kabel względnie przewód.

Według wynalazku przewód, izolowany zapomocą gumy, gutaperki lub materiału o podobnych własnościach, zostaje pokryty błyszczącą warstwą ochronną, jasną lub białą, najdogodniej warstwą lakieru, zawierającą jako pigment proszek aluminowy. Dzięki takiej warstwie ochronnej izolacja jest zabezpieczona zarówno od promieni świetlnych i ciepłych, jak i od ogrzewania, spowodowanego przez padające na przewód promienie słoneczne, gdyż promienie te są odbijane w znacznej części przez błyszczącą i jasną powierzchnię przewodu. Poza tem przewody zyskują estetyczny wygląd, nadają się więc dzięki temu do zakładania w pomieszczeniach mieszkalnych. Przewody, zaopatrzone w taką warstwę ochronną, nadają się zwłaszcza na doprowadzenia do anten, gdyż w przewodach tych jest rzeczą niezmiernie ważną, aby wysokie własności elektryczne i mechaniczne izolacji zostały zachowane. Poza tem jeżeli chodzi o doprowadzenia

do anten, uzyskuje się tę korzyść, że stosuje się na całej długości przewód jednokowej budowy, podczas gdy dotąd doprowadzenia do anteny, zakładane nazewnątrz domu, i doprowadzenia, używane w pomieszczeniach mieszkalnych, były różnej budowy.

Przewody lub grupy przewodów dalekosiężnego kabla teletechnicznego względnie dalekosiężnego przewodu zabezpiecza się często zapomocą osłon elektrostatycznych, czy elektromagnetycznych od wpływu pól zakłócających. Dotyczy to zwłaszcza kabli przesyłowych do prądów szybkozmiennych, np. kabli, doprowadzających do anteny, w których ze względu na prądy o wielkiej częstotliwości, lecz małej amplitudzie, osłony muszą posiadać możliwie silne działanie osłonne. Osłony muszą nie tylko zabezpieczać skutecznie przewody od zakłóceń, lecz muszą również odpowiadać wszelkim wymaganiom pod względem mechanicznym, przede wszystkim zaś muszą być dostatecznie giętkie. Jako najodpowiedniejsze okazały się dotychczas osłony z taśm metalowych, nawijanych na zakładkę, np. ze stanjolu lub metalizowanego papieru.

Wynalazek opiera się na spostrzeżeniu, że osłona, złożona z metalowego uzwojenia taśmowego, posiada nie tylko niewielką przewodność w kierunku podłużnym, lecz że jej oporność indukcyjna jest duża. Przyczyną tego jest, że na taśmach metalowych zawsze znajdują się cienkie warstewki, zawierające tlenki, tłuszcze lub oleje, które izolują następujące po sobie zwoje uzwojenia taśmowego. Opierając się na wymienionem spostrzeżeniu można według wynalazku ukształtować w granicach praktycznych bezindukcyjne osłony w postaci pojedynczego lub wielokrotnego uzwojenia taśmowego. Bezindukcyjne ukształtowanie osłony otrzymuje się np. w ten sposób, że kierunek uzwojenia pojedynczego uzwojenia taśmowego jest zmieniany w niewiel-

kich odstępach. Osłona może się również składać z dwóch uzwojeń taśmowych, nawiniętych jedno nad drugim w przeciwnym kierunku. Ten ostatni ustrój daje tę korzyść, że poszczególnych zwojów nie potrzeba nawijać na zakładkę, lecz że można stosować otwarte uzwojenie taśmowe, gdyż jedno uzwojenie pokrywa luki w drugim. Jeżeli osłona ma chronić od zakłócających prądów szybkozmiennych, to według wynalazku zjawisko naskórkowości uwzględnia się w ten sposób, że zewnętrzne uzwojenie taśmowe posiada mniejszą indukcyjność, niż wewnętrzne, co można osiągnąć w ten sposób, że zewnętrzne uzwojenie taśmowe otrzymuje większy skok. Można też wewnętrzne uzwojenie taśmowe olinować w przeciwnym kierunku zapomocą pewnej liczby dobrze przewodzących drutów lub taśm, równomiernie rozdzielonych na obwodzie z zastosowaniem dużego skoku. Dalsze ulepszenie elektrostatycznej względnie elektromagnetycznej osłony osiąga się w ten sposób, że umieszczone nazewnątrz osłony dobrze przewodzące druty jednoczy się z zewnętrzną powłoką z materiału włóknistego. Robi się to najdogodniej w ten sposób, że sporządzając zewnętrzny oplót z materiału włóknistego, część nitek zastępuje się cienkimi, dobrze przewodzącymi drucikami metalowymi, np. drucikami miedzianymi. W ten sposób nie trzeba wykonywać dotychczas stosowanego osobnego zabiegu roboczego, który polegał na olinowaniu przewodzących drutów podłużnych, przez co wyrób przewodu staje się tańszy. Oplót według wynalazku, złożony z nitek włóknistych i drucików metalowych, może być impregnowany w sposób znany sam przez się względnie pokryty warstwą lakierną.

Na rysunku przedstawiono kilka przykładów wykonania wynalazku.

Na fig. 1 uwidoczniło doprowadzenie do anteny, wykonane według wynalazku. Żyłka 1 jest umieszczona w powłoce izolu-

jącej 2, wykonanej z gumy, ewentualnie zawierającej domieszki, która w stanie powiększonej odkształcalności została zaopatrzona w miejscach 3 w pierścieniowe zwężenia zapomocą specjalnego przyrządu, działającego na podobieństwo przysłony irysowej. Na powłoce 2 znajduje się cienki opłot 4 z materiału włóknistego, a na nim jako osłona elektrostatyczna siatka metalowa 5. Wreszcie ta ostatnia pokryta jest zewnętrznym opłotem z materiału włóknistego, odpowiednio impregnowanego.

Na fig. 2 przedstawiono doprowadzenie do anteny, zaopatrzone według wynalazku dla zabezpieczenia izolacji gumowej od promieni świetlnych i cieplnych w zewnętrzną ochronną warstwę błyszczącą: jasną względnie białą. Żyłą 11 jest otoczona powłoką gumową 12. Powłoka gumowa 12 jest zaopatrzona w określonych odstępach w zwężenia 13, które przytrzymują żyłę wewnątrz powłoki gumowej w położeniu współśrodkowym. Powłokę gumową 12 otacza osłona metalowa 14 w postaci uzwojenia z taśmy stanjolewej. W celu uzyskania dostatecznej przewodności w kierunku podłużnym, uzwojenie z taśmy stanjolewej owinięto pewną liczbą cienkich drutów 15, rozdzielonych równomiernie na obwodzie. Jako zewnętrzna warstwa ochronna służy opłot z materiału włóknistego 16, pokryty według wynalazku powłoką 17 z lakieru aluminowego. W celu nałożenia powłoki z tego lakieru przewód przeciąga się przez płynny lakier, przyczem lakier nasycza opłot z materiału włóknistego, czyniąc go przez to odpornym na wpływy atmosferyczne.

Na fig. 3 uwidoczniono doprowadzenie do anteny, w którym żyła 20 jest umieszczona z zachowaniem przestrzeni powietrznej wewnątrz powłoki gumowej 22, zaopatrzonej w pierścieniowe zwężenia 21. Powłokę gumową otaczają według wynalazku dwie taśmy przewodzące 23 i 24, najdogodniej stanjolewe, nawinięte jedna na

drugą w przeciwnym kierunku, przyczem skok uzwojenia taśmowego 24 jest większy, niż uzwojenia taśmowego 23. Przewód jest opleciony materiałem włóknistym, pokrytym warstwą lakieru aluminowego 26.

Na fig. 4 uwidoczniono doprowadzenie do anteny, którego ustrój jest w zasadzie podobny do ustroju, uwidocznionego na fig. 3, z tą różnicą, że osłona jest złożona z dwóch otwartych uzwojeń taśmowych, nałożonych jedno na drugie w kierunku przeciwnym. Żyłą 30 jest umieszczona w powłoce gumowej 31, zaopatrzonej w pierścieniowe zwężenia 32; dwa uzwojenia taśmowe 33 i 34 są wykonane z papieru metalizowanego, przyczem metalizowane powierzchnie taśm papierowych są ku sobie zwrócone. Przewód jest opleciony warstwą 35 materiału włóknistego, która jest pokryta powłoką 36 z lakieru aluminowego.

Na fig. 5 przedstawiono doprowadzenie do anteny, w którym żyła 41 jest otoczona płaszczem izolującym 42, najdogodniej z gumy. W celu przytrzymania żyły wewnątrz płaszcza 42 w położeniu współśrodkowym, płaszcz ten jest zaopatrzony w określonych odstępach w pierścieniowe zwężenia 43. Płaszcz z materiału izolacyjnego 42 jest otoczony uzwojeniem 44 z taśmy stanjolewej, które okręcono w kierunku podłużnym pewną liczbą drutów 45, równomiernie rozdzielonych na obwodzie. Przewód opleciono zewnętrzną warstwą ochronną z odpowiednio impregnowanego materiału włóknistego.

Na fig. 6 uwidoczniono doprowadzenie do anteny z żyłą 51, otoczoną płaszczem 52 z materiału izolacyjnego, najdogodniej gumy. W celu przytrzymania żyły w położeniu współśrodkowym wewnątrz płaszcza 52, płaszcz ten jest ściśnięty w określonych odstępach (w miejscach 53) sznurkiem 54. Płaszcz 52 jest otoczony uzwojeniem 55 z taśmy stanjolewej, oplecionej według wynalazku materiałem włóknistym 56, w który wpleciono cienkie, dobrze przewodzące

prąd druciki metalowe. Oplot jest pokryty najlepiej warstwą lakieru, np. jasno błyszczącą powłoką z lakieru aluminowego.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Żył z izolacją z przestrzenią powietrzną do kabli o małej pojemności, otoczona powłoką izolującą z plastycznego łatwo odkształcalnego materiału izolacyjnego, o średnicy wewnętrznej, znacznie większej od średnicy gołej żyły, znamienna tem, że powłoka izolująca zaopatrzona jest w zwężenia wzdłuż linii śrubowej albo w pewnych odstępach w zwężenia pierścieniowe w ten sposób, że wymienione zwężenia przytrzymują żyłę względem powłoki izolującej w położeniu współśrodkowym z wytworzeniem pustych komór.

2. Żył z izolacją z przestrzenią powietrzną według zastrz. 1, znamienna tem, że jako plastycznie odkształcalne materiały izolacyjne na powłoki zastosowano gumę, gutaperkę, balatę, zmieszane ze sobą lub z innymi materiałami.

3. Żył z izolacją z przestrzenią powietrzną według zastrz. 1, znamienna tem, że jako plastycznie odkształcalne materiały izolacyjne na powłoki zastosowano związki poliwinylu, jak polistyren lub mieszaniny polistyrenu z termoplastycznymi materiałami i z gumą.

4. Żył z izolacją z przestrzenią powietrzną według zastrz. 2, znamienna tem, że powłoka izolująca jest wykonana z mieszaniny gumy i usztywniających domieszek, posiadającej już w stanie niewulkanizowanym taką stałość formy, że może być wulkanizowana wprost w piecu bez specjalnych środków podtrzymujących, przyczem podczas wulkanizacji się nie odkształca, ani tembardziej nie rozpada.

5. Żył z izolacją z przestrzenią powietrzną według zastrz. 4, znamienna tem, że powłoka izolująca jest wykonana z gumy z dodatkiem 25 do 100%, obliczonym w sto-

stunku wagowym do kauczuku, mielonych odpadków z miękkiej gumy.

6. Żył z izolacją z przestrzenią powietrzną według zastrz. 4, znamienna tem, że powłoka izolująca jest wykonana z gumy z dodatkiem 10 do 75%, obliczonym w stosunku wagowym do kauczuku, kleju zwierzęcego.

7. Żył z izolacją z przestrzenią powietrzną według zastrz. 4, znamienna tem, że powłoka izolująca jest wykonana z gumy o składzie: 32,0% kauczuku, 13,0% kleju kostnego, 1,0% siarki, 0,3% przyspieszacza, 0,3% środka, zabezpieczającego od starzenia, 5,0% tlenku cynku, 48,4% materiałów wypełniających.

8. Sposób izolowania żył z izolacją według zastrz. 1, znamienny tem, że powłokę izolującą ściska się nitką z włóknistego materiału izolacyjnego w celu wykonania w niej zwężeń.

9. Sposób izolowania żył z izolacją według zastrz. 1, znamienny tem, że zwężenia wykonywa się w powłoce niewulkanizowanej lub wstępnie zwulkanizowanej.

10. Sposób według zastrz. 9, znamienny tem, że zwężenia wykonywa się w powłoce ogrzewanej lub ogrzanej uprzednio.

11. Sposób izolowania żył z izolacją według zastrz. 1, znamienny tem, że pierścieniowe zwężenia na całej długości żyły wykonywa się w powłoce zapomocą przyrządu, działającego na sposób przysłony irysowej.

12. Żył z izolacją z przestrzenią powietrzną według zastrz. 1, wrażliwą na promienie cieplne i świetlne, zwłaszcza z izolacją gumową lub gutaperkową, znamienna tem, że izolacja jest otoczona zewnętrzną warstwą błyszczącą: jasną względnie białą, zwłaszcza warstwą lakieru, zawierającą sproszkowane aluminium jako pigment.

13. Żył z izolacją z przestrzenią powietrzną według zastrz. 1, znamienna tem, że powłoka izolująca jest otoczona osłoną,

wykonaną jako pojedyncze uzwojenie taśmowe, którego kierunek nawinięcia zmienia się w krótkich odstępach, dzięki czemu wymieniona osłona prawie nie wykazuje indukcyjności.

14. Żyłą z izolacją z przestrzenią powietrzną według zastrz. 1, znamienna tem, że powłoka izolująca jest otoczona osłoną, wykonaną z dwóch nawiniętych śrubowo jedna na drugą w przeciwnym kierunku taśm, przewodzących prąd, np. wykonanych ze stanjolu lub metalizowanego papieru.

15. Żyłą z izolacją z przestrzenią powietrzną według zastrz. 14, znamienna tem, że zewnętrzne śrubowe uzwojenie taśmowe posiada większy skok, niż wewnętrzne śrubowe uzwojenie taśmowe.

16. Żyłą z izolacją z przestrzenią powietrzną według zastrz. 14, znamienna tem, że poszczególne uzwojenia taśmowe są otwarte.

17. Żyłą z izolacją z przestrzenią powietrzną według zastrz. 1, znamienna tem, że powłoka izolująca jest otoczona osłoną o stosunkowo małej przewodności w kierunku

ku podłużnym, wykonaną np. w postaci taśmy ze stanjolu, nawiniętej na zakładkę, oraz że nazewnątrz tej osłony umieszczona jest pewna liczba możliwie równomiernie rozdzielonych na obwodzie tej osłony drutów lub taśm z miedzi lub innego materiału, przewodzącego prąd, które są okręcone wzdłuż linii śrubowej o dużym skoku i właściwie w kierunku, przeciwnym do kierunku nawinięcia osłony.

18. Żyłą z izolacją z przestrzenią powietrzną według zastrz. 1, znamienna tem, że powłoka izolująca otoczona jest osłoną o stosunkowo małej przewodności w kierunku podłużnym, wykonaną np. w postaci taśmy ze stanjolu, oraz że nazewnątrz tej osłony znajduje się oplót z materiału włóknistego, przetykanego cienkimi drutami metalowymi.

Siemens & Halske
Aktiengesellschaft.
Zastępca: Inż. dypl. M. Zoch,
rzecznik patentowy.

Fig.1

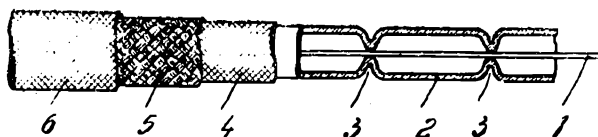


Fig.2

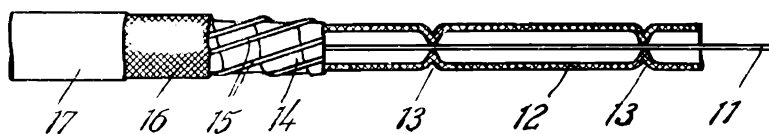


Fig.3

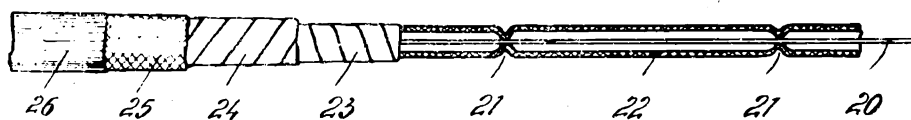


Fig.4

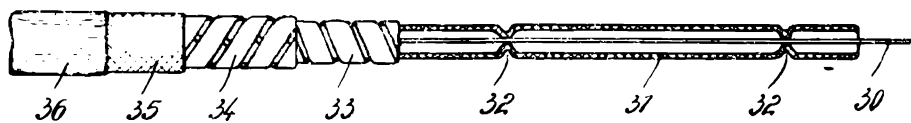


Fig.5

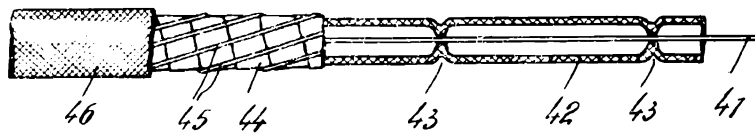


Fig.6

