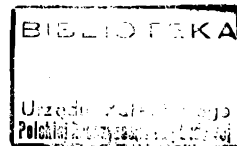


URZĄD PATENTOWY

M056 5/16



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 20623.

Kl. 21 h, 18/01.

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft
(Berlin, Niemcy).

Piec indukcyjny bez rdzenia żelaznego.

Patent dodatkowy do patentu Nr 20193.

Zgłoszono 1 czerwca 1932 r.

Udzielono 16 października 1934 r.

Pierwszeństwo: 1 lipca 1931 r. (Stany Zjednoczone Ameryki).

Najdłuższy czas trwania patentu do 11 czerwca 1949 r.

Wynalazek dotyczy takich pieców indukcyjnych bez rdzenia żelaznego, które są przeznaczone w szczególności do topienia metali, i których pole magnetyczne, wzbudzone zapomocą uzwojenia pierwotnego, jest ograniczone określoną przestrzenią. W piecach indukcyjnych bez rdzenia żelaznego stosowane są zwykle większe częstotliwości, np. częstotliwość 960 okresów.

Jak wiadomo, w piecach takich wzbudzone są w najbliższym otoczeniu pieca pola magnetyczne, które jednak wskutek braku rdzenia żelaznego nie tworzą zamkniętego magnetycznego potoku. Pola te powo-

dują szkodliwe działanie przez wywoływanie prądów wirowych w przedmiotach z żelaza, stali lub innego magnetycznego tworzywa, jeżeli przedmioty takie zostały zbliżone do pieca. W ten sposób powstają znaczne straty energii i współczynnik wydajności pieca zmniejsza się. Poza tem narzędzia lub inne przedmioty, znajdujące się w pobliżu pieca, rozgrzewają się tak silnie, że nie można ich wziąć do ręki.

Ścisłe sprzężenie elektryczne, które jest niezbędne pomiędzy uzwojeniem pierwotnym i ładunkiem, aby osiągnąć możliwie korzystny współczynnik wydajności, ogranicza grubość ścianek, a więc i mechaniczną

wytrzymałość tygla. Stąd wynika niebezpieczeństwo, że stosunkowo cienkościenny tygiel zostanie uszkodzony i zawarty w nim stopiony metal wypłynie. Aby niebezpieczeństwo to usunąć, cały piec może być otoczony żelazną lub stalową osłoną w kształcie płaszcza, która może być wykonana z trudno topliwego tworzywa, wobec czego roztopiony metal, w przypadku uszkodzenia tygla, spływa do osłony. Dotychczas jednak nie stosowano podobnych osłon z tworzywa mechanicznego o wysokiej odporności cieplnej, ponieważ osłony te nagrzewają się silnie wskutek silnego rozproszenia pola magnetycznego prądów wielkiej częstotliwości. Wskutek tego i stosowanie pieców indukcyjnych bez rdzenia żelaznego było dotychczas ograniczone tylko do pieców stosunkowo małej mocy.

W patencie Nr 20193 przewidziano umieszczenie ekranu pomiędzy cewką pierwotną a otaczającymi piec częściami z tworzywa magnetycznego, przyczem ekran ten jest wykonany z materiału niemagnetycznego lecz dobrze przewodzącego elektrycznie. Ekran jest ukształtowany najlepiej cylindrycznie, wskutek czego potok magnetyczny jest ograniczony zawartą wewnątrz ekranu przestrzenią. Wszystkie znajdujące się nazewnątrz ekranu przedmioty lub części pieca, wykonane z żelaza, stali lub innego magnetycznego tworzywa, znajdują się wobec tego poza zasięgiem wpływu pola magnetycznego, wobec czego np. napa pieca może być wykonana jako zwykła żelazna lub stalowa konstrukcja bez włączania przekładek izolacyjnych lub narządów podobnych, jak to było stosowane dotychczas.

Okazało się obecnie, iż jest rzeczą niezmiernie ważną umieszczenie ekranu w położeniu prawidłowym w stosunku do uzwojenia pierwotnego. Ze względu na działanie wyłącznie osłaniające, byłoby najbardziej korzystne umieszczenie ekranu możliwie blisko uzwojenia pierwotnego. Straty pie-

ca wzrastają jednak wskutek ekranowania bardzo znacznie, w szczególności zaczynając od pewnego określonego stosunku średnic ekranu i uzwojenia pierwotnego, wobec czego ze względu na rentowność pracy pieca nie należy zmniejszać odległości pomiędzy uzwojeniem pierwotnym a ekranem poniżej pewnej granicy. Z drugiej strony nie należy odsuwać ekranu dowolnie daleko od uzwojenia pierwotnego, ponieważ przez to wymiary pieca wzrastają i cała instalacja może stać się nierentowna. Niezależnie od podrożenia samego pieca zwiększają się przytem straty na ciepłe wskutek zwiększenia promieniowania. Zgodnie z wynalazkiem, istnieje określony zakres wartości stosunku pomiędzy średnicą ekranu a średnicą cewki pierwotnej, w granicach którego łączą się zalety możliwie korzystnych wymiarów pieca i małych strat ekranowania. Jeżeli stosunek średnicy ekranu do średnicy uzwojenia pierwotnego nazwać sprzężeniem, to najkorzystniejsze warunki istnieją wogóle przy wartości sprzężenia od 1,3 do 2,2, w szczególnym zaś przypadku zastosowania ekranu z miedzi należy utrzymać zakres sprzężenia od 1,5 do 1,8.

Przedmiot wynalazku jest wyjaśniony bliżej na rysunku. Fig. 1 przedstawia piec indukcyjny według wynalazku w przekroju pionowym. Fig. 2 — widok perspektywiczny całkowitego pieca według fig. 1. Fig. 3 — krzywą zależności strat energii, spowodowanych ekranowaniem, od wartości sprzężenia. Fig. 4 i 5 — inne postacie wykonania ekranowanych pieców indukcyjnych.

Fig. 1 przedstawia jako przykład wykonania przedmiotu wynalazku piec indukcyjny bez rdzenia żelaznego, przeznaczony do topienia metali. Naturalnie wynalazek może być zastosowany również i do innych pieców, urządzeń do nagrzewania lub urządzeń podobnych. Tygiel 10, wykonany z materiału, odpornego na gorąco, i zawiera-

jący przeznaczony do topienia metal 14, jest otoczony współśrodkową cewką pierwotną 11. Jeżeli za pośrednictwem zacisków 12 i 13 połączyć cewkę pierwotną z uzwojeniem jakiegokolwiek generatora prądu zmiennego, to pod działaniem zmiennego pola magnetycznego powstają w ładunku pieca prądy wirowe, które w sposób znany powodują nagrzewanie wsadu.

Żelazny lub stalowy płaszcz 15, który służy do zwiększenia pewności działania pieca i jest przeznaczony do utrzymania roztopionego metalu w przypadku uszkodzenia tygla, jak również i pozostałe części konstrukcyjne pieca, wykonane z magnetycznego materiału, są chronione przed nagrzewaniem się wskutek prądów wirowych zapomocą cylindrycznego ekranu 16, wykonanego z materiału niemagnetycznego, lecz dobrze przewodzącego elektrycznie. Ekran 16 jest umieszczony pomiędzy cewką pierwotną 11 i metalowym płaszczem 15 w odległości, określonej zgodnie z wynalazkiem. W niniejszym przykładzie ekran 16 jest wykonany w kształcie cylindra, współśrodkowego z osłoną 15. Ekran i osłona są wykonane tak, iż jeden ściśle wchodzi w drugi. Zgodnie z fig. 1, ekran 16 przykrywa również i całe dno. Część ekranu, pokrywająca dno, może być usunięta, jest to jednak celowe tylko wtedy, gdy uzwojenie 11 jest dostatecznie oddalone od dna płaszcza 15. Jest rzeczą istotną, aby ekran posiadał w kierunku osi co najmniej taką samą długość, jak i cewka 11, lepiej jest jednak aby ekran był trochę dłuższy od cewki (fig. 4). Ekran jest wykonany z materiału niemagnetycznego, najlepiej z metalu, niezawierającego żelaza, o dobrej elektrycznej przewodności, jak miedź, aluminium lub metale podobne. Cylindryczny ekran 16 uniemożliwia powstawanie prądów wirowych w częściach pieca, znajdujących się nazewnątrz ekranu. Jest rzeczą celową wybrać grubość ścianek ekranu tak, aby pole magnetyczne nie mogło przez nie

przeniknąć, z drugiej strony jednak ekran nie powinien posiadać grubszych ścianek niż to jest niezbędne, aby nie spowodować trwonienia materiału i podrożenia instalacji.

Okazało się, że ze względu na skuteczność ekranowania niezbędna grubość ścianek ekranu powinna być odwrotnie proporcjonalna do pierwiastka drugiego stopnia z iloczynu częstotliwości prądu, przenikalności i przewodności materiału ekranu.

Niezależnie od powyższego warunku ścianki ekranu muszą być dostatecznie grube, aby uniknąć niedopuszczalnego podniesienia temperatury materiału ekranu, spowodowanego pochłanianiem energii. W praktyce należy zwracać na to uwagę, w szczególności przy piecach o większych wymiarach. Jeżeli wobec tego przy większych piecach indukcyjnych bez rdzenia żelaznego nie jest przewidziane sztuczne chłodzenie ścianek ekranu, to jest rzeczą niezbędną wykonanie grubszych ścianek ekranu, niż to jest konieczne tylko ze względu na działanie osłaniające. Można również wykonać ekran o tak grubych ściankach, że zastąpi on jednocześnie płaszcz 15. Ponieważ niezbędna grubość ścianek ekranu zmniejsza się w stosunku odwrotnym do pierwiastka drugiego stopnia z częstotliwości, wobec tego korzystne jest stosowanie możliwie wielkich częstotliwości bez obawy spowodowania zbytniego nagrzewania tworzywa ekranu.

Pewną część energii elektrycznej, doprowadzonej do pieca, traci się przez ekranowanie. Ta strata energii jest w określonym stosunku do elektrycznego sprzężenia ekranu z uzwojeniem pierwotnym.

Zgodnie z wynalazkiem, przy danym zużyciu energii we wsadzie, stosunek pomiędzy stratą energii w ekranie a sprzężeniem jest przedstawiony krzywą według fig. 3, przyczem sprzężenie (stosunek średnicy ekranu do średnicy cewki pierwotnej) jest odkładane na osi odciętych, a strata e-

nergji przez ekranowanie — na osi rzędnych.

Z krzywej powyższej wynika, że przy zmniejszającym się sprzężeniu, to znaczy w przypadku, gdy przy danej średnicy cewki pierwotnej zmniejsza się średnica ekranu, strata energii, spowodowana ekranowaniem, wzrasta. Poczynając od pewnej krytycznej wartości straty te przy zmniejszaniu się sprzężenia wzrastają bardzo silnie i krzywa od tego miejsca (punkt A na fig. 3) odchodzi silnie ku górze, tworząc w krytycznym punkcie A rodzaj kolana.

Zgodnie z wynalazkiem ekran jest umieszczony tak, aby sprzężenie odpowiadało w przybliżeniu punktowi krytycznemu względnie posiadało nieco większą wartość. Odpowiednio do tego średnica ekranu posiada wtedy nieco większą wartość, niż wartość, odpowiadająca punktowi A. Liczbowo biorąc okazała się najkorzystniejszą wartość sprzężenia, znajdująca się w granicach od 1,3 do 2,2. Przy ekranach, wykonanych z miedzi, zgodnie z wynalazkiem korzystnie jest stosować wartości sprzężenia od 1,5 do 1,8.

Przy powyższym układzie strata energii wskutek ekranowania wynosi około 3 do 10% całkowitej energii doprowadzonej. W mniejszym piecu indukcyjnym do celów nagrzewania, zasilanym prądem o częstotliwości 960 okresów i posiadającym grubość ścianek ekranu nieco większą, niż to jest uwarunkowane wyłącznie względami zupełnie pewnego ekranowania, oraz posiadającym sprzężenie 1,5, strata energii z powodu ekranowania stanowi w przybliżeniu 6%. Gdyby żelazne względnie stalowe części pieca pozostały niechronione, to procentowa strata energii w tych częściach byłaby wielokrotnie większa.

Przy określaniu ekranowania w sposób wyżej opisany według najkorzystniejszych strat energii w ekranie, otrzymuje się wymiary pieca zupełnie odpowiednie i zdatne do użytku. W ten sposób piec może posia-

dać jednocześnie dobry elektryczny współczynnik wydajności i praktycznie celowe wymiary. Ogólnie biorąc im większy jest piec, tem mniejsze trudności zachodzą przy utrzymaniu wymiarów pieca w praktycznie zdatnych do użytku granicach.

W postaci wykonania pieca według fig. 1 tygiel 10 spoczywa na izolujących od ciepła ceglach 17, przyczem pomiędzy temi ceglami a tygłem umieszczona jest cementowa ścianka pośrednia 18. Sam tygiel jest otoczony warstwą 19 masy, odpornej na gorąco, która sięga również pomiędzy tygiel a zwoje cewki pierwotnej. Górna część osłony jest zakończona pokrywami 20 i 21 w kształcie pierścieni kołowych, wykonanych z materiału odpornego na gorąco, np. azbestu. Jak to jest widoczne z fig. 1, górny pierścień 21 spoczywa na górnej krawędzi osłony i podtrzymuje jednocześnie dolny pierścień 20 zapomocą odpowiednich śrub 22. W pewnych odstępach od siebie przewidziane są żelazne kątowniki 23 w celu utrzymywania pierścieni 20 i 21 w odpowiednim położeniu w stosunku do osłony. Ponad górną krawędzią tygla umieszczona jest nasada 24, wykonana z odpornego na gorąco materiału i przykrywająca częściowo pierścieniową pokrywę 21. Nasada ta posiada z jednej strony otwór 25, przez który może być wylany płynny metal z tygla 10 przez nachylenie całego pieca.

Poprzez wydrążone zwoje pierwotnego uzwojenia 11 może być przepuszczony czynnik chłodzący, np. woda. Końce uzwojenia są zaopatrzone w końcówki 26 i 27, które wystają poprzez otwór 28 w bocznej ścianie osłony pieca. Do wprowadzenia wody chłodzącej przewidziany jest zaczep środkowy, przyczem wprowadzona woda wypływa przez zaciski końcowe 26 i 27. Chłodzenie uzwojenia pierwotnego powstrzymuje w znacznym stopniu przechodzenie ciepła przez promieniowanie z tygla poprzez uzwojenie pierwotne do ścianek ekranu i osłony. Doprowadzanie prądu e-

lektrycznego do zacisków 12 i 13 uzwojenia pierwotnego jest uskuteczniane zapomocą kontaktów 30, z których tylko jeden jest przedstawiony na fig. 1. Kontakty te, osadzone na dolnej ścianie osłony, są izolowane elektrycznie zarówno względem siebie, jak i względem osłony.

Jak to jest widoczne z fig. 2 piec jest osadzony w ramie w celu ułatwienia przechylenia go i wylewania zawartości. Z dwóch przeciwległych stron osłony przymocowane są do niej, np. przez spawanie, dwie szyny żelazne 35 i 36, które za pośrednictwem czopów 37, umieszczonych w przybliżeniu w środku pieca, są osadzone obrotowo w łożyskach 38, utworzonych w ramie 39. W celu wylania wsadu piec może być przechylony zapomocą haka 41, dźwzków 42 i szyn 35 i 36. Aby jeszcze bardziej ułatwić wylanie stopionego metalu, górne końce szyn 35 i 36 są zaopatrzone w czopty 43, które, trafiając w wygięcia łożyskowe 44 ramy 39, umożliwiają jeszcze większe nachylenie pieca.

Piec jest połączony ze źródłem prądu zmiennego zapomocą przewodów 45 i 46, które są połączone z kontaktami 30 (fig. 1), gdy piec znajduje się w położeniu pionowym.

Według odmiany wykonania, przedstawionej na fig. 4, tygiel 50 spoczywa na podstawie 51, utworzonej z materiału, odpornego na gorąco, i jest otoczony stalową osłoną 52. W podstawie 51 wykonane jest pierścieniowe wgłębienie 53, do którego sływa roztopiony ładunek pieca w przypadku uszkodzenia tygla. Końce cewki pierwotnej są wyprowadzone poprzez boczne ścianki pieca zapomocą tulejek uszczelnia-

jących 54 i 55. Ekran 56 posiada w przybliżeniu jednakową wysokość z tygłem i spoczywa na zewnętrznym pierścieniu kołowym obmurowania 51. Przestrzeń pomiędzy ekranem 56 a osłoną 52 jest wypełniona materiałem 57 o właściwościach izolacji cieplnej. Sprężenie posiada wartość około 1,65.

Według fig. 5 ekran 58 jest ukształtowany jako pierścień o dwóch ściankach, pomiędzy którymi może przepływać czynnik chłodzący, np. woda, doprowadzany i odprowadzany za pośrednictwem wkrętek łączowych 59 i 60. Takie chłodzone ekrany mogą posiadać mniejszą średnicę, ponieważ ochładzanie zmniejsza niebezpieczeństwo przegrzania ich.

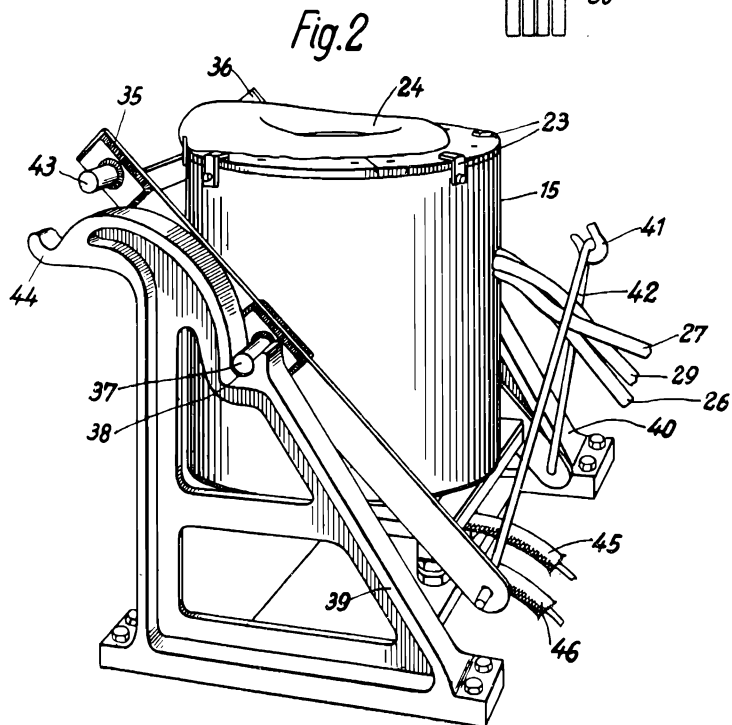
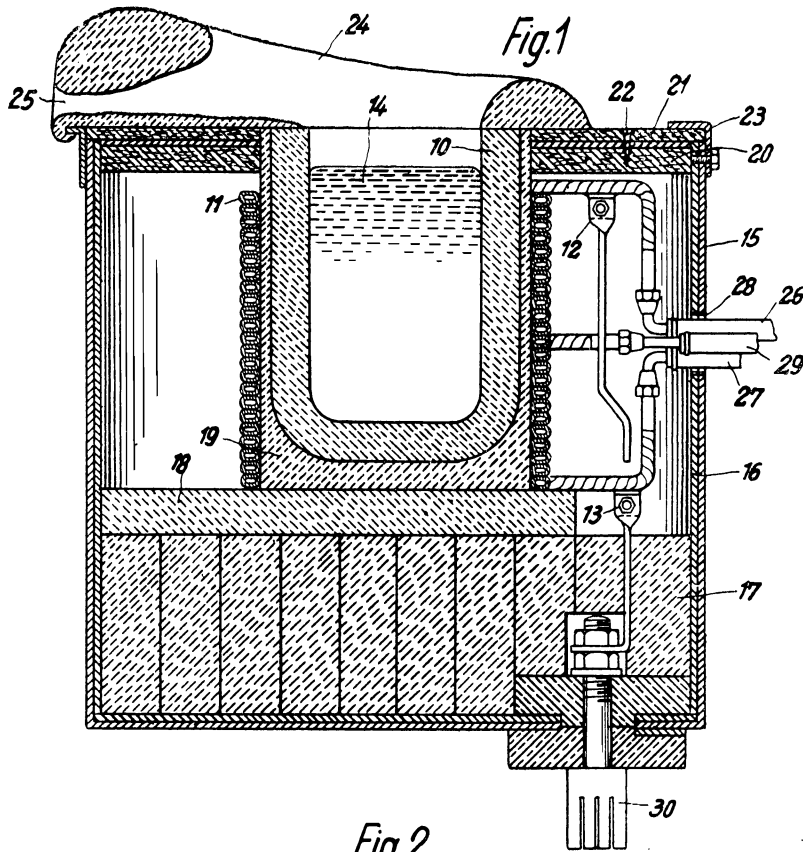
Zastrzeżenia patentowe.

1. Piec indukcyjny bez rdzenia żelaznego, zaopatrzone w ekran z materiału niemagnetycznego pomiędzy cewką pierwotną a częściami magnetycznymi pieca, według patentu Nr 20193 znamieny tem, że wartość sprężenia, to znaczy stosunku średnicy ekranu do średnicy uzwojenia pierwotnego, znajduje się w granicach od 1,3 do 2,2.

2. Piec indukcyjny według zastrz. 1, znamieny tem, że wartość sprężenia przy stosowaniu ekranów z miedzi mieści się w granicach od 1,5 do 1,8.

Allgemeine Elektrizitäts-
Gesellschaft.

Zastępca: Inż. M. Brokman,
rzecznik patentowy.



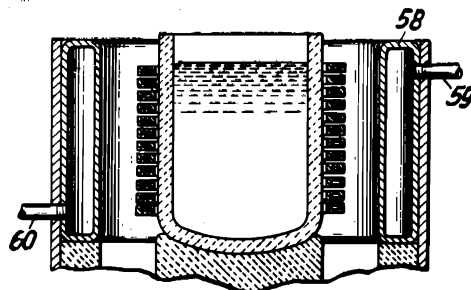
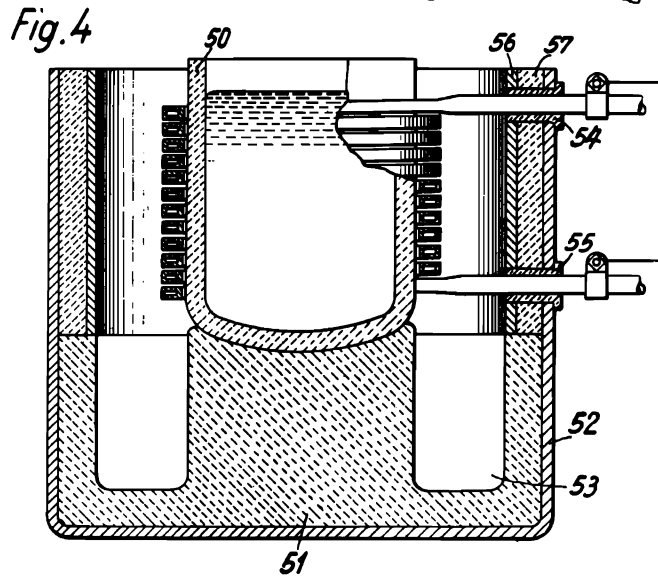
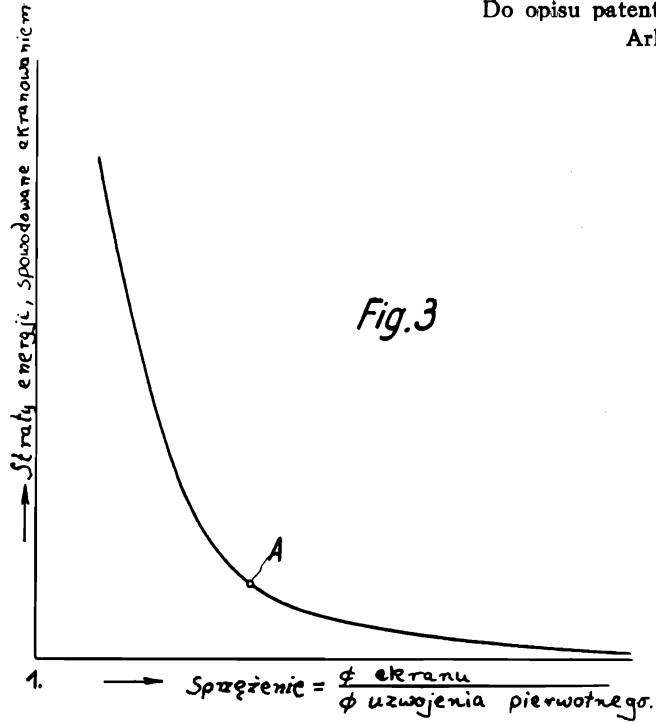


Fig. 5