

URZĄD PATENTOWY w WARSZAWIE

GOAL 7/06
GOAL 19/04

OPIIS PATENTOWY

Nr 31223

Kl. 42 k, 9/03

Bendix Aviation Corporation, Chicago, Illinois

Rozszerzalny przyrząd wykresowy dwuprzeponowy

Zgłoszono 19 lipca 1937

Udzielono 3 grudnia 1942

Pierwszeństwo: 21 lipca 1936 (Stany Zjednoczone Ameryki)

Wynalazek niniejszy dotyczy rozszerzalnych i skurcznych przyrządów przeponowych, np. przyrządów przeponowych, zawierających bądź pojedynczą giętką błonę metalową, która odchyła się, gdy podlega działaniu ciśnień różnicowych lub parę giętkich błon metalowych, połączonych ze sobą tak, iż tworzą rozszerzalną komorę, która rozszerza się i kurczy na skutek przewagi ciśnienia od wewnątrz lub z zewnątrz komory. W szczególności wynalazek dotyczy wyeliminowania błędów temperatury w giętkich przewodach metalowych; w przyrządach tego typu przepony mogą być zmarszczone lub inaczej wykonane i mogą być połączone w szereg, tak iż tworzą kilka komór o działaniu kumulacyjnym lub zwielokrotnionym i mogą być użyte do uru-

chomiania różnych przyrządów, np. regulatorów ciśnieniowych, pracujących pod wpływem ciśnienia lub ssania, albo zmian ciśnienia lub ssania w celu samoczynnego nastawiania lub też mogą być użyte w przyrządach do mierzenia lub wykazywania ciśnienia lub ssania, albo zmian ciśnienia lub ssania, np. w manometrach ciśnieniowych, manometrach próżniowych, wskaźnikach szybkości samolotu, wysokościomierzach aneroidowych lub barometrach, barografach, wskaźnikach szybkości wzlotu lub szybkości pionowej, hydrostatycznych wskaźnikach paliwa itd.

W zastosowaniu do wymienionych przyrządów przyrząd przeponowy opisanego rodzaju zmuszony jest do wychyleń, np. rozszerzania się lub kurczenia, gdy ciśnie-

nię lub podciśnienie działa na przepone, przy czym ruch, wywołany za pomocą giętkiej ścianki lub ścianek przyrządu, zostaje przekazany poprzez odpowiedni mechanizm, zazwyczaj mechanizm zwielokrotniający, na wskazówkę lub tarczę albo inny odpowiedni narząd wskaźnikowy do wskazywania ciśnienia, zmian ciśnienia lub innych jednostek zależnych od ciśnienia. Oczywiście wyrażenie „ciśnienie” użyte w tym opisie może oznaczać zarówno ciśnienie wyższe, jak i niższe od atmosferycznego.

Niektóre przyrządy, np. przyrządy lotnicze, z natury rzeczy podlegają bardzo rozległym wahaniom temperatury, ponieważ muszą pracować na różnych wysokościach i w różnych klimatach. Np. w czasie jednego lotu samolotu zmiana temperatury może być bardzo szybka, gdy samolot wznosi się na wielką wysokość lub opuszcza się z wielkiej wysokości. Skutek takich zmian temperatury od temperatury stosunkowo niskiej do temperatury stosunkowo wysokiej lub odwrotnie jest dwojaki. Po pierwsze rama, łączniki, dźwignie, przekładnie, wały i inne części mechanizmu przyrządu zmieniają swe wymiary, a nawet i kształty. W niskich temperaturach np. wymiary tych części zmniejszają się proporcjonalnie do spadku temperatury.

Drugi skutek, a mianowicie ten, którego przede wszystkim dotyczy niniejszy wywniosek, polega na zmianie fizycznych właściwości materiału, z którego są wykonane przyrządy przeponowe.

Przyrząd przeponowy jest elementem elastycznym, a odchylenia jego zależą od działającego nań ciśnienia, kształtu i liczby promieniowo rozmieszczonych zmarszczek na błonie metalowej lub błonach, gdy są one zmarszczone, jak również od współczynnika sprężystości danego metalu.

Z chwilą wykonania przyrządu przeponowego jego odchylenia przy danym ciśnieniu będą zawsze te same, o ile

współczynnik sprężystości tworzywa nie zmienia się. Jednak współczynnik sprężystości powszechnie używanych tworzyw na sprężyny i przepony zmienia się w zależności od temperatury i jeżeli przyrząd z giętką przeponą metalową jest poddany działaniu temperatury różnej od tej, przy której był wzorcowany, to odchylenie przy danym ciśnieniu już nie jest to samo, a wskazanie przyrządu jest błędne. Zjawisko to oczywiście uwydatnia się najbardziej w skrajnie wysokich lub niskich temperaturach. Szybkość zmiany współczynnika sprężystości metalu na każdy stopień temperatury jest tu nazwany „współczynnikiem termoelastycznym” lub współczynnikiem cieplnym współczynnika sprężystości metalu.

Znane przyrządy lotnicze są badane w temperaturze pokojowej, w przybliżeniu 21°C , i w temperaturze zimnej, około -35°C , i stwierdzono, że gdy przyrząd zaopatrzony w przyrząd przeponowy tego rodzaju przechodzi z jednej skrajnej temperatury w drugą, np. z temperatury pokojowej do -35°C , to zmiana temperatury nie wywiera natychmiastowego wpływu na wszystkie części przyrządu. Wskutek tego wskazania przyrządu odbiegają od rzeczywistej wartości, dopóki temperatura nie będzie wywierać całkowitego wpływu na wszystkie części, kiedy znów wskazanie staje się prawidłowe. Wobec tego upływa pewien czas, zanim przyrząd zacznie znowu podawać prawidłowe wskazania.

Dotychczas w mechanizmie przenoszącym ugięcie przepony pomiędzy przyrządem przeponowym i wskazówką stosowano paski dwumetalowe dla wyeliminowania zarówno wpływu zmiany współczynnika sprężystości tworzywa przeponowego na skutek zmian temperatury, jak i wpływu zmiany rozmiarów i skutku kurczenia się i rozszerzania się tych części pod wpływem temperatury.

Metoda eliminowania pierwszego wpły-

wu jest zazwyczaj nazywana „kompensacją zakresową“, metoda zaś eliminowania drugiego wpływu jest nazywana zazwyczaj „kompensacją zerową“.

Wynalazek niniejszy polega na tym, że w przyrządzie przeponowym, uruchomianym czynnikiem pod ciśnieniem, stosuje się narząd wykonany z tworzywa, posiadającego dodatni współczynnik cieplny sprężystości wraz z narządem wykonanym z tworzywa o ujemnym współczynniku cieplnym sprężystości, dzięki czemu wpływy zmian sprężystości narządu są sobie przeciwne, tak iż zmniejsza się wypadkowy wpływ zmian temperatury na przyrząd. Te narządy mogą być wykonane w postaci błon metalowych, umieszczonych tak, iż tworzą szeregi rozszerzalnych komór, połączonych ze sobą dla uzyskania działania kumulacyjnego.

Według wynalazku stosuje się również przyrząd przeponowy, zawierający rozszerzalną komorę, złożoną z dwóch błon metalowych, połączonych na swych obwodach, przy czym jedna błona posiada dodatni współczynnik cieplny sprężystości, a druga ujemny współczynnik cieplny sprężystości.

Jedna z dwóch błon, tworzących komorę rozszerzalną, może być wykonana z metalu przeponowego, który wyróżnia się tym, że współczynnik sprężystości wzrasta w temperaturach niskich, tak iż w niskiej temperaturze przepona daje mniejsze wychylenie niż w temperaturze pokojowej.

Takim metalem przeponowym może być nowe srebro, posiadające ujemny współczynnik cieplny współczynnika sprężystości od $-0,00034$ do $-0,00038$, lub brąz fosforowy, posiadający współczynnik cieplny współczynnika sprężystości w przybliżeniu od $-0,00036$ do $-0,00038$, albo miedź berylowa posiadająca współczynnik cieplny współczynnika sprężystości w przybliżeniu $-0,00035$. Inna błona danej pary jest wykonana z metalu, który wyróżnia się zwięks-

zeniem współczynnika sprężystości w temperaturach niskich. Takim metalem może być stop niklowo-żelazowy, np. „modulvar“ posiadający dodatni współczynnik cieplny współczynnika sprężystości w przybliżeniu $+0,000482$, a cieplny współczynnik rozszerzalności w przybliżeniu równy zeru (por. str. 305 Bureau of Standards Research Paper no. 531, tom 10, marzec 1933). Modulvar ma w przybliżeniu skład następujący: nikiel 34,9%, żelazo 64,9%, krzem 0,14%, chrom 0,12%, mangan 0,18%, węgiel 0,16% (por. str. 297 wymienionego wyżej czasopisma).

Gdy przyrząd przeponowy jest wykonany z metalu opisanego wyżej, to zmniejszenie sprężystości jednej błony pary zostaje zrównoważone przez zwiększenie sprężystości drugiej błony pary. Wobec tego współczynnik sprężystości obu błon pary jako całość pozostaje bez zmiany zarówno w niskich, jak i wysokich temperaturach. Cieplny współczynnik sprężystości, wymieniony wyżej dla różnych metali, jest wartością średnią w temperaturach -50° i $+50^{\circ}\text{C}$.

Zaleta wynalazku polega na tym, że można zbudować przyrząd przeponowy, który jest kompensowany samoczynnie tak, iż nie ma potrzeby kompensacji przyrządu zaopatrzonego w taki przyrząd przeponowy, dzięki czemu ten przyrząd podaje prawidłowe wskazanie we wszystkich temperaturach pomiędzy -50° i $+50^{\circ}\text{C}$.

W celu łatwiejszego zrozumienia wynalazku poniżej jest podany opis przykładów wykonania przedstawionych na załączonym rysunku.

Fig. 1 przedstawia widok z przodu jednej postaci rozszerzalnego przyrządu przeponowego według wynalazku; fig. 2 — przekrój pionowy wzdłuż linii 2—2 na fig. 1; fig. 3 — przekrój pionowy innej postaci przyrządu przeponowego według wynalazku; fig. 4 i 5 przedstawiają krzywe stosunku cieplnego współczynnika sprężysto-

ści do zawartości niklu w stopach żelazoniklowych, użytych do celów wynalazku; fig. 6 — przekrój podłużny przyrządu wskaźnikowego, zaopatrzonego w przyrząd przeponowy według niniejszego wynalazku i fig. 7 — widok z przodu przyrządu według fig. 6.

Na fig. 1 i 2 przedstawiono dwa przyrządy przeponowe 9 i 10, z których jeden jest wykonany z pary giętkich marszczonych błon metalowych 11, 12 połączonych ze sobą na obwodach tak, iż tworzą rozszerzalną i skurczną komorę, a drugi jest wykonany z pary giętkich marszczonych błon metalowych 13 i 14, tak samo połączonych w komorę. Przyrządy 9 i 10 są połączone ze sobą na środkach za pomocą słupka 15 tak, iż ich współdziałanie daje działanie wypadkowe. Jeżeli urządzenie ma być użyte w wysokościomierzu aneroidowym lub barometrze, to komory zostają opróżnione, tak iż rozszerzają się, gdy zewnętrzne ciśnienia atmosferyczne maleją przy zwiększeniu wysokości lub odwrotnie. Przyrząd 9 jest zaopatrzony w słupkę 16 do nastawienia i stałego przymocowania go w osłonie miernika, a przyrząd 10 jest zaopatrzony w uszko 17, do którego może być przyłączony koniec odpowiedniego mechanizmu przenoszącego w celu przeniesienia rozszerzania i kurczenia się obu przyrządów 9 i 10 na odpowiedni wskaźnik nie przedstawiony na rysunku.

W powyższym przykładzie wykonania marszczone błony 11 i 14 przyrządów 9 i 10 są wykonane z miedzi berylowej (nazywanej niekiedy brązem berylowym), zawierającej w przybliżeniu 97,7% — 98,1% miedzi i 2,3%—1,9% berylu, przy czym cieplny współczynnik sprężystości jest ujemny i wynosi w przybliżeniu $-0,00035$. Z drugiej strony błony 12 i 13 przyrządów 9 i 10 są wykonane z modulvaru, który zawiera w przybliżeniu 34,9% niklu, 64,5% żelaza i 0,6% zanieczyszczeń, np. krzemu, chromu, manganu i węgla. Współczynnik

termoelastyczny czyli współczynnik cieplny sprężystości tego stopu jest dodatni i wynosi w przybliżeniu $+0,000482$. W ten sposób zmniejszenie sprężystości błon 11 i 14 na skutek zmian temperatury zostaje zrównoważone przez zwiększenie sprężystości błon 12 i 13 pod wpływem tych samych zmian temperatury, wobec czego wypadkowa zmiana sprężystości obu przyrządów 9 i 10 na skutek zmian temperatury jest zasadniczo równa zeru. Wobec tego ugięcie, czyli rozszerzenie się lub kurczenie się przyrządów 9 i 10 będzie jedynie wynikiem różnicy ciśnienia między przestrzenią zewnętrzną i wewnętrzną tych przyrządów. Wobec tego przyrządy przeponowe będą kompensowane samoczynnie i nie jest wymagana żadna kompensacja zewnętrzna temperatury, przez co pasma dwumetalowe w mechanizmie przenoszącym stają się zbyteczne.

W razie życzenia jednak marszczone błony 11 i 14 mogą być wykonane z nowego srebra lub brązu fosforowego zamiast miedzi berylowej. Nowe srebro może mieć ujemny współczynnik termoelastyczny od $-0,000345$ do $-0,000379$ i może zawierać 60,4%—64,8% miedzi, 9,8%—19,3% niklu, 0—0,05% żelaza, 16,2%—25,4% cynku i 0—0,03% manganu. Brąz fosforowy może posiadać ujemny współczynnik termoelastyczny od $-0,00036$ do $-0,00040$ i może posiadać 94,6—95,3% miedzi, 4,3%—4,6% cynu, 0—0,1% niklu i 0,29%—0,40% fosforu.

Zmiany współczynnika termoelastycznego, czyli cieplny współczynnik sprężystości $\left(\frac{\Delta \varepsilon}{\Delta T}\right)$ stali niklowej zawierającej pewien procent niklu w temperaturze 20°C , są przedstawione na fig. 4 i 5 rysunku. Z fig. 4 widać, że „modulvar“ specjalna odmiana „invaru“, zawierający w przybliżeniu 34,9% niklu posiada najwyższy dodatni współczynnik cieplny sprężystości, a mianowicie

$$\frac{\Delta \epsilon}{\Delta T} = +0,000482$$

Z krzywej na fig. 4 widać również, że stopy o 29% i 45% zawartości niklu posiadają zerowe współczynniki cieplne sprężystości przy 20°C.

Krzywa według fig. 4 może być zmieniona na krzywą według fig. 5 przez podstawienie chromu zamiast części żelaza, przez co obniża się współczynnik cieplny sprężystości stopu tak, iż przy około 36% niklu współczynnik cieplny sprężystości wynosi 0 i staje się ujemny dla innych stopów, zawierających od 20% do 80% niklu. Stop niklu, zawierający 36% niklu, nazywa się „elinvlar“ (fig. 5).

Z krzywych można wybrać rozmaite proporcje na stopy dla wykonania odpowiednich błon.

Na fig. 3 rysunku przedstawiono pojedynczy przyrząd przeponowy 18, wykonany z dwóch giętkich marszczonych błon metalowych 19 i 20, połączonych ze sobą na obwodach tak, iż tworzą komorę rozszerzalną i skurczną, podobną do przyrządu 9 lub 10 na fig. 2.

Na fig. 6 przedstawiono zastosowanie przyrządu przeponowego według niniejszego wynalazku, np. do wysokościomierza. W postaci, przedstawionej na rysunku, przyrząd posiada osłonę czaszową 25, której otwarty koniec jest zamknięty pokrywką szklaną 26, utrzymywaną na miejscu za pomocą pierścienia zaciskowego 27. Wewnątrz osłony 25 znajduje się niezbędny mechanizm do wskazywania zmian ciśnienia barometrycznego lub wysokości. Mechanizm składa się z pary płytek 28 i 29, rozstawionych w pewnej odległości od siebie i połączonych ze sobą za pomocą prętów rozporowych 30 i 31. Na pręcie rozporowym 31 jest przymocowany za pomocą uszka 32 i śruby nastawczej 33 przyrząd przeponowy 34, wykonany z dwóch giętkich błon metalowych 35 i 36 w postaci przedstawionej na fig. 2 lub 3. Błona 35 może

być wykonana z metalu, posiadającego ujemny cieplny współczynnik sprężystości, np. z miedzi berylowej, której ten współczynnik wynosi $-0,00035$, a błona 36 może być wykonana z metalu o dodatnim współczynnikiem, np. z modulvaru, zawierającego w przybliżeniu 34,9% niklu i mającego współczynnik $+0,000482$.

Na błonie 35 znajduje się uszko 37, do którego jest przymocowane ramię 38. Do ramienia 38 jest przyłączony przegubowo jeden koniec łącznika 39, a drugi koniec łącznika 39 jest połączony z ramieniem 40, który jest przymocowany do wału wahliwego 41, osadzonego na swych końcach w płycie przedniej 29 i we wsporniku 42 podtrzymywanym przez pręt rozporowy 30. Na jednym końcu wału wahliwego 41 jest przymocowany do niego i wahlwie wraz z nim wycinek zębaty 43, który zazębia się z kółkiem zębatym 44 na wale wskazówki 45. Jeden koniec tego wału 45 jest osadzony we wsporniku 46, przymocowanym do płytki 29, a drugi koniec tego wału jest osadzony w środku płytki 29, przy czym ta ostatnia płytka stanowi tarczę z podziałką 47, wzorcowaną w tysiącach stóp wysokości od 0 do 10000 stóp (fig. 7). Na końcu wału wskazówkowego 45, który przechodzi przez tarczę 29, jest osadzona wskazówka 48, współdziałająca z podziałką 47, przy czym podziałka 47 i wskazówka 48 są widoczne przez szklaną pokrywkę 26. W ten sposób widać, że gdy przyrząd przeponowy 34 rozszerza się i kurczy pod wpływem zmian ciśnienia barometrycznego lub wysokości, to odchylenia tej przepony będą przenoszone na wskazówkę 48 przez łącznik 39, wał wahlwy 41, przekładnię zębatą 43 i koło zębate 44. Gdy przyrząd przeponowy 34 jest wykonany według niniejszego wynalazku, to przyrząd według fig. 6 i 7 nie będzie podlegać zmianom temperatury i wobec tego wskazówka 48 będzie zawsze wskazywać prawidłową wysokość bez względu na temperaturę przyrządu.

Dotychczas w przyrządach tego typu według fig. 6 i 7, gdy używano znanych przyrządów przeponowych, było konieczne kompensowanie przyrządu na zmiany temperatury i taka kompensacja była zazwyczaj dokonywana przez ramiona 38 i 40 z bimetalu dla uzyskania kompensacji zerowej i „zakresowej”. Jednakże gdy przyrząd przeponowy 34 jest wykonany według niniejszego wynalazku, to użycie ramion dwumetalowych może być zbyteczne, taki bowiem przyrząd przeponowy kompensuje się samoczynnie.

Tak samo, ponieważ przyrząd przeponowy wysokościomierza jest opróżniony, przyrząd podlega największemu naprężeniu na poziomie morza albo gdy wysokościomierz normalnie wskazuje zero. Wobec tego gdy przyrząd przeponowy jest wykonany według znanej konstrukcji, to podwyższenie temperatury powoduje zmniejszenie współczynnika sprężystości metalu i wywołuje odchylenie przepony, w kierunku którego ugięta się podczas opróżnienia. To odchylenie powoduje błędne wskazanie wysokościomierza. Przepona według niniejszego wynalazku zapewnia kompensację samoczynną, ponieważ wielkość ugięcia po opróżnieniu jest ta sama bez względu na temperaturę i ponieważ współczynnik sprężystości przyrządu przeponowego jako całości jest stały przy wszelkich temperaturach, a rozszerzanie się i kurczenie się przyrządu przeponowego jest zależne tylko od zmian ciśnienia zewnętrznego.

W czułych wysokościomierzach znanej budowy przepony o kompensacji zakresowej i zerowej przy -35°C wskazanie zmienia się od 0,45% do 1,05% wyżej lub niżej niż odpowiednie wskazania przy $+20^{\circ}\text{C}$ pomiędzy 0 i 35000 stóp wysokości, gdy zaś w wysokościomierzach tych stosuje się przepony według niniejszego wynalazku i nie ma żadnej kompensacji zakresowej, to przy -35°C wskazania są tylko o 0,012%—0,037% wyższe lub niższe niż od-

powiednie wskazania przy $+20^{\circ}\text{C}$ pomiędzy 0 i 35000 stóp wysokości. W ten sposób błędy są sprowadzone do tak znikomych wartości, że stają się zasadniczo równe zeru.

Chociaż opisano tylko dwa przykłady wykonania przyrządu według wynalazku, to jednak mogą być wprowadzone zmiany w układzie błon metalowych, tworzących przyrząd przeponowy, przy czym ten przyrząd może być użyty w innych przyrządach niż te, które zostały omówione bez wykraczania poza ramy wynalazku, o ile przyrząd przeponowy składa się z dwóch przepon, z których jedna posiada dodatni, druga zaś — ujemny współczynnik elastyczności, wskutek czego odchylenie jest wywoływane tylko różnicą ciśnienia pomiędzy stroną wewnętrzną i zewnętrzną i jest niezależne od zmian temperatury.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Rozszerzalny przyrząd wykresowy, składający się z dwu giętkich przepon metalowych, połączonych wzdłuż obwodów w rozszerzalną komorę, znamienny tym, że jedna z przepon wykonana jest z metalu o cieplnym współczynniku sprężystości dodatnim, a druga — z metalu o cieplnym współczynniku sprężystości ujemnym, przy czym współczynniki dobrane są w ten sposób, że zmiany elastyczności obu błon, pochodzące ze zmian temperatury, równoważą się wzajemnie i wypadkowa zmiana elastyczności całego przyrządu sprowadza się na ogół do zera.

2. Przyrząd według zastrz. 1, znamienny tym, że jedna z błon, tworzących rozszerzalną komorę, jest wykonana z metalu, posiadającego dodatni cieplny współczynnik sprężystości, wynoszący w przybliżeniu $+0,000482$, a druga — z metalu, który posiada ujemny cieplny współczynnik sprężystości w przybliżeniu od $-0,00034$ do $-0,00038$.

3. Przyrząd według zastrz. 1, znamien-ny tym, że metalem o dodatnim cieplnym współczynnikiem sprężystości jest stal niklo-wa, zawierająca około 34,9% niklu, 64,5% żelaza i 0,6% domieszek, metalem zaś o ujemnym cieplnym współczynnikiem spręży-stości jest nowe srebro, zawierające około 60,4% do 64,8% miedzi, od 16,2% do 25,4% cynku, od 9,8% do 19,3% niklu i do 0,05% domieszek.

4. Odmiana przyrządu według zastrz. 1—3, znamienna tym, że metalem o ujem-nym cieplnym współczynnikiem sprężystości

jest brąz berylowy, zawierający od 1,9% do 2,3% berylu i resztę miedzi.

5. Odmiana przyrządu według zastrz. 1—3, znamienna tym, że metalem o ujem-nym cieplnym współczynnikiem sprężystości jest brąz fosforowy, zawierający od 94,6% do 95,3% miedzi, od 4,3% do 4,6% cyny, od 0,29% do 0,40% fosforu i około 0,01% niklu.

B e n d i x A v i a t i o n
C o r p o r a t i o n
Zastępca: M. Skrzypkowski
rzecznik patentowy

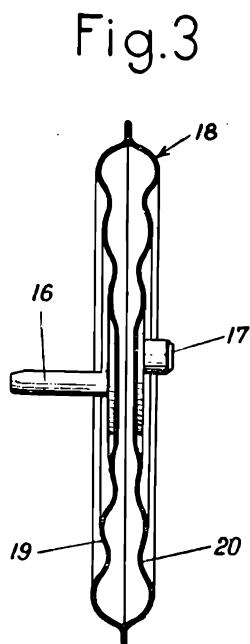
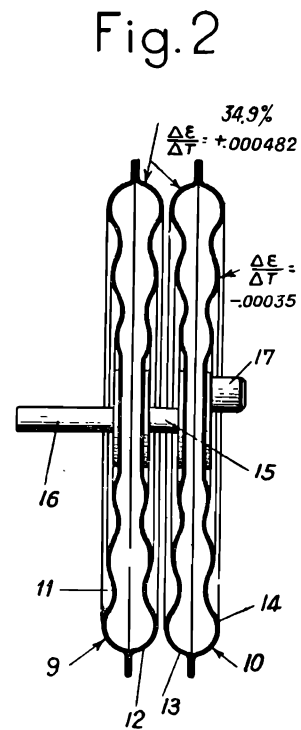
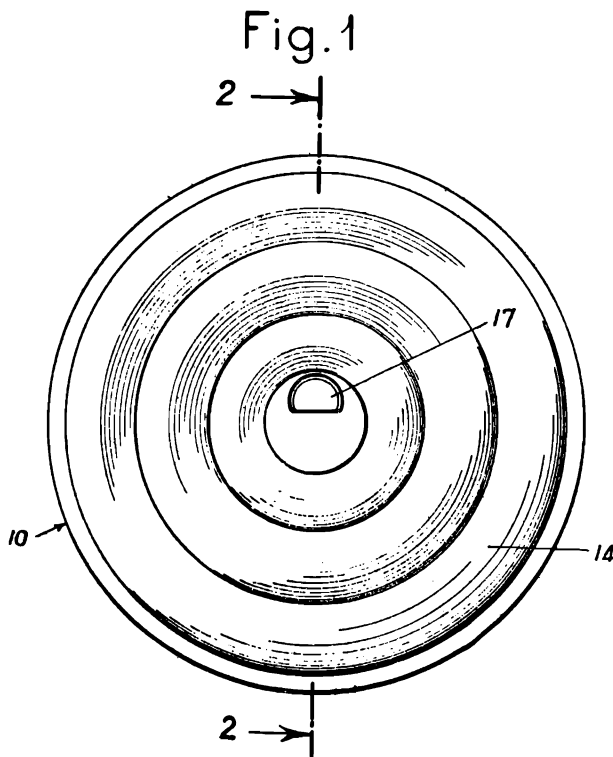


Fig. 4

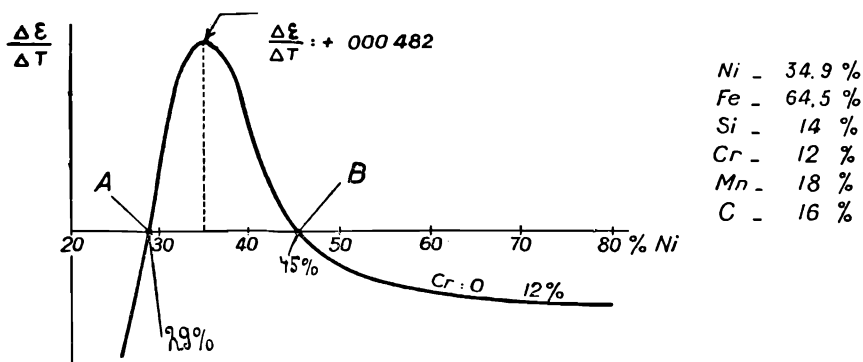


Fig. 5

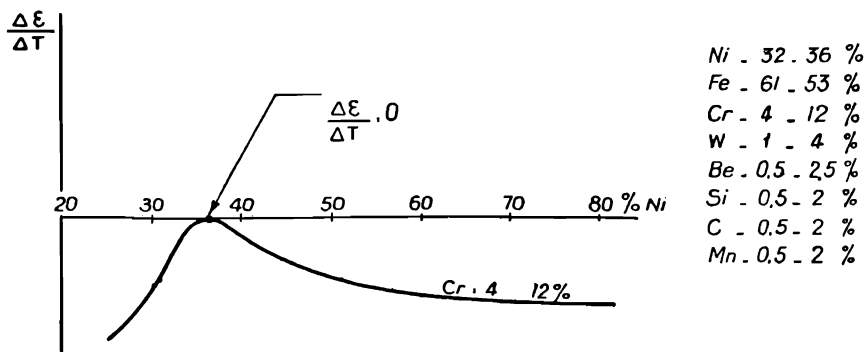


Fig. 6

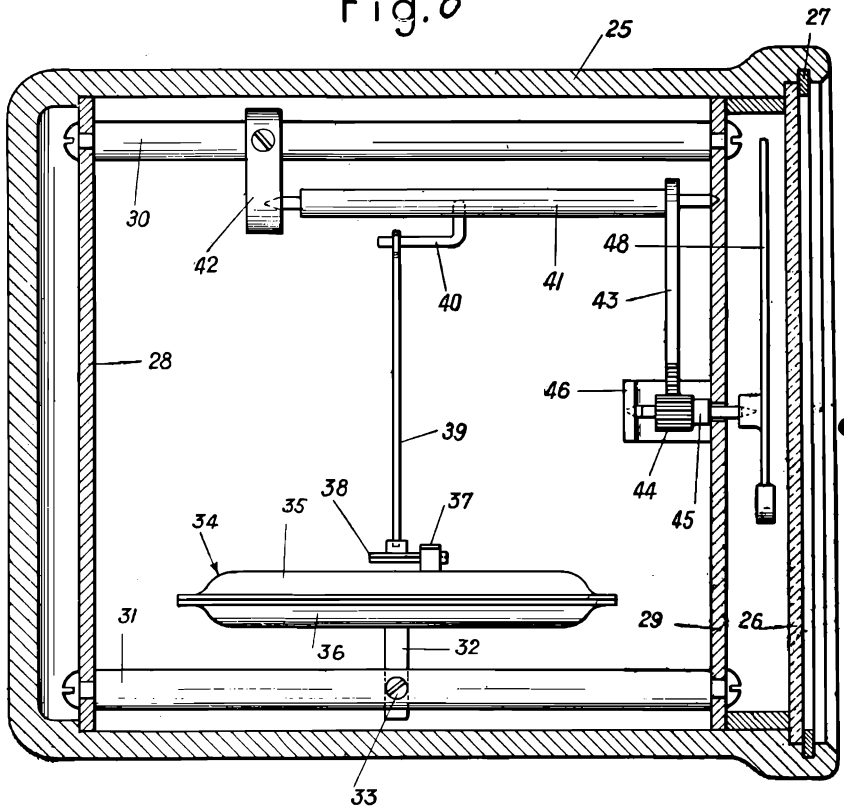


Fig. 7

