



Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 26.IV.1966 (P 114 251)

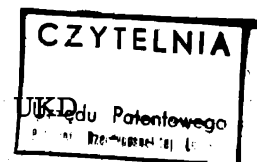
Pierwszeństwo: 27.IV.1965

Wielka
Brytania

Opublikowano: 31.X.1970

Kl. 42 b, 11

MKP G 01 b, 7/06



Właściciel patentu: Ilford Limited, Ilford, Essex (Wielka Brytania)

Sposób badania nierównomierności grubości materiału i urządzenie do stosowania tego sposobu

1 Przedmiotem wynalazku jest sposób badania nierównomierności grubości materiału oraz urządzenie do stosowania tego sposobu.

Znany jest sposób wykrywania nieregularności grubości materiału, np. w urządzeniu do wykrywania wad w szynach kolejowych. Według tego sposobu, do dwu oddalonych od siebie punktów szyny za pośrednictwem szczotek doprowadzony jest prąd elektryczny, a w punkcie położonym w środku badanego odcinka mierzy się występujące tam napięcie. Zmiany mierzonego napięcia wskazują, że w badanym odcinku szyny występują zmiany grubości.

Wadą tego sposobu jest możliwość powstawania wahań mierzonego napięcia nie tylko w wyniku istnienia zmiany grubości, lecz również i w wyniku fluktuacji płynącego przez szynę prądu zmiennego. Może się również zdarzyć, że istniejąca w szynie wada nie da zauważalnej zmiany mierzonego napięcia, możliwe więc jest przepuszczenie przez kontrolę szyny wadliwej.

Celem i zadaniem wynalazku jest opracowanie takiego sposobu wykrywania nierównomierności grubości materiału, który byłby pozbawiony podanych wyżej wad, to jest wykrywałby nierównomierność grubości materiału niezależnie od wahań przyłożonego napięcia, oraz wykrywałby nierównomierności dające bardzo małe zmiany mierzonego napięcia.

2 Sposób według wynalazku nadaje się do stosowania dla materiałów w postaci cienkich, płaskich elementów, przewodzących prąd elektryczny przynajmniej w części swej grubości.

5 Istota sposobu według wynalazku polega na tym, że w celu sprawdzenia stanu grubości materiału do dwu miejsc na jego powierzchni przykładają się napięcie przemienne. Oba te miejsca znajdują się po tej samej stronie płaszczyzny badanego płaskiego materiału. Zmiany napięcia zmiennego są wykrywane w punkcie, położonym w równej odległości między punktami przyłożenia napięcia, po tej samej stronie materiału, co punkty przyłożenia napięcia na linii je łączącej. Materiał jest przesuwany w sposób ciągły przed punktami, między którymi przyłożone są napięcia przemienne, równe co do wielkości amplitudy, lecz o przeciwnych fazach.

15 Jeżeli w materiale leżącym między punktami, do których przyłożono napięcie nie występuje nierównomierność grubości, to w pośrednim, równo odległym punkcie, żadne napięcie nie występuje. Odwrotnie, gdy między punktami, do których przyłożone jest napięcie występuje nierównomierność grubości materiału, w punkcie położonym w środku między nimi pojawia się napięcie, będące wskaźnikiem tej nierównomierności.

20 Do stosowania tego sposobu służy, będące również przedmiotem wynalazku, urządzenie do badania nierównomierności grubości cienkich warstw

materiałów przewodzących prąd elektryczny przynajmniej w części grubości warstwy. Urządzenie zawiera dwie elektrody sterujące umieszczone w dwóch oddalonych od siebie miejscach po tej samej stronie płaszczyzny materiału oraz elektrodę kontrolną umieszczoną w równych odległościach między elektrodami sterującymi po tej samej stronie materiału. Z elektrodą kontrolną połączone jest urządzenie wskaźnikowe.

W skład urządzenia wchodzi też elementy, służące do ciągłego przesuwania materiału w stosunku do elektrod sterujących, jak również elementy, służące do podawania na elektrody sterujące napięcie przemiennych, równych co do amplitudy, lecz o przeciwnych fazach. W równoległej do płaszczyzny elektrod płaszczyźnie materiału indukują się prądy zmienne. Jeżeli w materiale znajdującym się aktualnie między elektrodami nie ma nierównomierności, to w środkowym punkcie między elektrodami nie występuje żadne napięcie, jeżeli zaś w materiale tym znajduje się nierównomierność, to w punkcie środkowym ukazuje się napięcie, wykrywane przez elektrodę kontrolną. Obecność nierównomierności jest wskazywana przez element wskaźnikowy.

Sposób według wynalazku polega więc na przykładaniu do elektrod sterujących napięć przemiennych o przeciwnych fazach, dzięki czemu fluktuacja przyłożonych napięć kompensuje się wzajemnie. Jeżeli między elektrodami sterującymi nie występują nierównomierności materiału, element wskaźnikowy nie wykazuje wahań przyłożonego napięcia. Istnienie nawet małej nierównomierności materiału między elektrodami sterującymi powoduje stosunkowo duże zmiany potencjału elektrody kontrolnej.

Sposób według wynalazku nadaje się szczególnie do kontroli grubości emulsji, pokrywającej taśmę filmową. Dzięki zastosowaniu sprzężenia pojemnościowego możliwe jest sprawdzanie nierównomierności grubości jeszcze mokrego pokrycia, bez uszkadzania go przez styki uprzednio stosowane do tego celu.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia podstawowy schemat urządzenia według wynalazku, fig. 2 — schematycznie ogólny widok urządzenia według wynalazku, fig. 3 — widok w kierunku strzałki C wraz z układem części urządzenia, a fig. 4 — schemat zastępczy układu elektrod.

Na fig. 1 przedstawiono przekrój płaskiego materiału 10, na przykład taśmy filmowej z octanu celulozy, na który nałożono warstwę 11 materiału przewodzącego prąd elektryczny. Warstwa 11 może być warstwą płynną, na przykład mokrą warstwą emulsji fotograficznej. Oporność elektryczna warstwy pokrycia 11 jest odwrotnie proporcjonalna do jej grubości. Jeżeli przez pokrycie 11 przepływa prąd elektryczny w kierunku prostopadłym do jego grubości, nierównomierności grubości warstwy spowodują powstanie nieregularności spadku napięcia w tym pokryciu 11.

Z warstwą 11 w miejscach A i B są elektrycznie sprzężone dwie elektrody sterujące 12, 13,

umieszczone w pewnej odległości od siebie po tej samej stronie płaszczyzny płaskiego materiału, którego grubość ma być badana. Między elektrodami 12, 13, w środku w punkcie P, jest umieszczona elektroda kontrolna 14. Napięcia zmienne o równych amplitudach i przeciwnych fazach są przyłożone do elektrod sterujących 12, 13, indukując w warstwie 11 prąd zmienny proporcjonalny do jej grubości. Elektroda kontrolna 14 mierzy napięcie przemiennie w punkcie P. Jeżeli punkt P leży dokładnie w połowie odległości A—B i jeżeli amplitudy napięć przyłożone do elektrod 12, 13 są jednakowe, wówczas osiąga się warunki zerowe, a elektroda 14 ma potencjał zero o ile oporność warstwy między A i P oraz między B i P jest jednakowa, to znaczy o ile grubość warstwy 11 na odcinku A—B jest równomierna. Każda nierównomierność tej grubości powoduje wyjście ze stanu zerowego, to jest wzrost napięcia przemiennego w punkcie P i wzbudzenie na elektrodzie kontrolnej 14 napięcia.

Stosując dość wysokie częstotliwości prądu przemiennego rzędu 100 kHz do 1 MHz można uzyskiwać pojemnościowe sprzężenie elektrod 12, 13, 14 z warstwą 11 bez dotykania tymi elektrodami badanej warstwy. Typowa emulsja fotograficzna ma w kierunku prostopadłym do grubości oporność $10000 \Omega/\text{cm}^2$. Elektrody sterujące mają zazwyczaj długość kilkunastu centymetrów i są od siebie oddalone również o kilkanaście centymetrów. Aby impedancja sprzężenia warstwy 11 była nieznaczna w porównaniu z impedancją tej warstwy, przy odległości elektrody od powłoki równej 1 cm, należałoby stosować częstotliwość prądu zmiennego rzędu kilku MHz, co nie byłoby korzystne z uwagi na występowanie zjawiska nasłórkowości. Jednakże przez zastosowanie wspomnianych wyżej warunków stanu zerowego, impedancje sprzężenia przy obu elektrodach 12, 13 znoszą się wzajemnie.

Urządzenie do stosowania sposobu według wynalazku jest przedstawione schematycznie na fig. 2. Płaski materiał 10 z warstwą 11 jest umieszczony na wałkach prowadzących 15, 16 i przesuwany po nich w kierunku oznaczonym strzałką C. Między wałkami 15, 16 materiał 10 przesuwany pod nieruchomym zespołem elektrodowym 17 i ruchomym układem elektrodowym 18. Nieruchomy zespół 17 zawiera dwie elektrody sterujące 12, 13 i umieszczoną między nimi elektrodę kontrolną 14, przy czym elektrody te są rozmieszczone tak, jak to opisano wyżej w odniesieniu do fig. 1. Elektrody sterujące 12, 13 są wydłużone i umieszczone równolegle do siebie i prostopadle do kierunku ruchu C materiału 10. W celu uzyskania równomiernej gęstości prądu w warstwie 11 między elektrodami 12, 13 każda z tych elektrod ma długość równą w przybliżeniu dwukrotnej odległości między tymi elektrodami. Elektroda kontrolna 14 jest również wydłużona, a długość jej jest równa około $\frac{3}{4}$ długości elektrod sterujących.

Ruchomy układ 18 elektrod składa się z szeregu na przemian umieszczonych elektrod sterujących 20 i elektrod kontrolnych 21, umieszczonych za-

sadniczo na całej szerokości materiału 10. Wszystkie elektrody sterujące 20 są wydłużone w kierunku materiału 10, a długość każdej z nich jest równa w przybliżeniu dwukrotnej odległości między dwiema sąsiadującymi elektrodami 20. Elektrody kontrolne 21 są umieszczone po jednej, w połowie odległości między każdymi dwiema sąsiadującymi elektrodami sterującymi 20, równoległe do nich, przy czym długość elektrody kontrolnej jest równa około $\frac{3}{4}$ długości elektrody sterującej 20. Układ 18 jest umieszczony w nie uwidocznionym na rysunku urządzeniu, umożliwiającym ruch posuwisto-zwrotny tego układu w kierunku poprzecznym do kierunku ruchu materiału 10, jak to pokazują strzałki D. Na fig. 2 przedstawiono pięć elektrod sterujących 20, ale oczywiście liczba ich może być dowolna.

Elektrody sterujące 20 są dołączone do zacisków źródła 22 napięcia przemiennego, doprowadzającego prąd zmienny o jednakowym napięciu lecz o przeciwnej fazie. Zaciski źródła 22 są również połączone z elektrodami sterującymi 12, 13 nieruchomego zespołu 17. Elektrody kontrolne 14 i 21 są połączone z odpowiednimi przyrządami wskazującymi 23, 24. Poprzecznie względem materiału biegnąca nierównomierność i grubości warstwy przy przejściu między elektrodami 12, 13 wywołą zmianę napięcia elektrody kontrolnej 14 i zmiana ta zostanie pokazana przez aparat wskaźnikowy 23. Podobnie podłużna nierównomierność grubości 1 spowoduje zmianę napięcia jednej z elektrod kontrolnych 21, a zmianę tę wykaże przyrząd wskazujący 24.

Oczywiście pod każdą elektrodą sterującą lub kontrolną istnieje martwe pole, w którym nierównomierność warstwy 11 nie wywołują zmiany napięcia odpowiedniej elektrody kontrolnej. Nie ma to jednak znaczenia w odniesieniu do zespołu 17, gdyż materiał 10 jest przesuwany w sposób ciągły między elektrodami sterującymi 12, 13, ma natomiast znaczenie w układzie 18 i dlatego też układ ten jest przesuwany ruchem posuwisto-zwrotnym, amplituda tych wahań powinna być równa co najmniej połowie odległości między dwiema sąsiednimi elektrodami sterującymi 20, a prędkość tego ruchu powinna być tak dobrana w stosunku do prędkości przesuwania materiału 10, aby wszystkie części powierzchni warstwy przesuwały się między dwiema sąsiednimi elektrodami sterującymi 20 podczas przesunięcia się materiału pod układem 18.

Jako przyrządy wskazujące 23, 24 można stosować dowolne znane przyrządy mierzące zmiany napięcia, zależnie od żadanego rodzaju wskazań. Korzystnie jest, jeżeli przyrząd wskaźnikowy zawiera wzmacniacz 25, który daje wzmocniony sygnał do obwodu lampy elektronopromieniowej 26, odchylającego wiązkę elektronów. Urządzenie można wykonać w ten sposób, aby plamka na ekranie lampy elektronopromieniowej została przesunięta w momencie otrzymania przez elektrodę kontrolną zmiany napięcia, wskazującego nierównomierność badanej warstwy. Przy stosowaniu przyrządu wskazującego 24 każda elektroda kontrolna 21 może być kolejno łączona z obwodem

odchylającym wiązkę. Obraz lampy elektronopromieniowej składa się wówczas z licznych linii, z których każda odpowiada właściwej elektrodzie kontrolnej 21, co umożliwia zlokalizowanie takiej nierównomierności, jak na przykład 1.

Stosowanie układu 18 wykonującego ruch posuwisto-zwrotny daje też korzyść, że w pewnej mierze pozwala na ekranie lampy elektronopromieniowej określić typ usterki równomierności warstwy 11. Ciągła nierównomierność grubości warstwy na całej szerokości materiału powoduje stałą zmianę napięcia każdej z elektrod kontrolnych 21, czego wynikiem jest na przykład stałe przesuwanie linii w lampie elektronopromieniowej, podczas gdy nierównomierność podłużna warstwy, na przykład 1, spowoduje zmianę napięcia jednej z elektrod kontrolnych 21, której skutkiem będzie nierównomierne przesunięcie linii na ekranie lampy elektronopromieniowej.

Wiązka elektronów w lampie elektronopromieniowej 26 może mieć natężenie modulowane za pomocą impulsów modulujących, wysyłanych z generatora 32 synchronicznie z napięciem prądu przemiennego przyłożonego do elektrod sterujących, przy czym faza modulacji jest taka, że gdy warstwa 11 jest równomierna, wówczas natężenie wiązki elektronów wzrasta, gdy przemienne napięcie odchylające wiązkę przechodzi przez zero.

Obraz na ekranie lampy elektronopromieniowej może być rejestrowany w sposób ciągły na materiale światłoczułym, przesuwanym pod kątami prostymi do kierunku odchYLENIA wiązki elektronów, dzięki czemu otrzymuje się ciągły zapis nierównomierności warstwy 11.

Zamiast obserwacji bezpośredniej ekranu lampy elektronopromieniowej 26 można stosować dowolne, znane urządzenie fotoelektryczne 27. Stosując na przykład odpowiednie maskowanie ekranu, można osiągnąć to, że linia lub plamka świetlna jest rejestrowana przez urządzenie fotoelektryczne 27 tylko wtedy, gdy ulega odchyleniu o z góry określoną wartość. Urządzenie 27 może być włączone w obwód przekaźnikowy tak, że w razie odchylenia większego, niż z góry ustalone, przekaźnik uruchamia urządzenie ostrzegające. Urządzenie 27 może również rejestrować jedynie nieodchyloną linię czy plamkę lampy elektronopromieniowej i gdy ta linia czy plamka, przy odchyleniu większym niż z góry ustalono, wychodzi z pola widzenia urządzenia 27, wówczas przerwa w sygnale odbieranym przez urządzenie 27 może spowodować uruchomienie urządzenia ostrzegającego. Lampa elektronopromieniowa 26 może też zawierać elementy powodujące, że jedynie w przypadku, gdy wiązka elektronów jest odchylona o wartość większą od z góry ustalonej jest ona kierowana na ekran luminescencyjny.

Odpowiednie sterujące elektrody 12, 13 zespołu nieruchomego 17 są połączone z ziemią przez indukcyjność L'. Indukcyjność L' przy częstotliwości przyłożonego napięcia przemiennego jest w rezonansie z pojemnościami C_A, C_B, co zmniejsza prąd pobierany ze źródła 22.

Wskazane jest stosować środki mające na celu wykluczenie lub zmniejszenie szkodliwych skut-

ków ubocznych ruchów materiału 10, na przykład drgań, które powodują zmiany w elektrycznym sprzężeniu między elektrodami i warstwą 11. Obwód zespołu elektrodowego, odpowiadający uwidocznionemu na fig. 1, jest przedstawiony na fig. 4. Pojemności sprzężenia C_A , C_B elektrod sterujących są połączone szeregowo z oporami R_{AP} , R_{BP} warstwy między punktami A, P względnie B, P. Potencjał V_P występujący na elektrodzie kontrolnej 14 poprzez jej pojemność sprzężenia C_P , razem z pojemnościami C_A lub C_B powoduje sygnał szumu, który nakłada się na sygnał wytwarzany przez zmianę napięcia.

Jeden ze sposobów ograniczenia szumu wywołanego drganiami badanego materiału polega na tym, że stosuje się podwójne elektrody sterujące typu uwidocznionego na fig. 3. Każda elektroda sterująca 20 jest elektrycznie połączona z odpowiednią, uzupełniającą elektrodą sterującą 20', umieszczoną po drugiej stronie materiału 10. Drgania materiału 10 w kierunku jego grubości powodują małą zmianę w pojemności sprzężenia między podwójną elektrodą sterującą 20, 20'. Sposób ten umożliwia około dziesięciokrotne zmniejszenie szumu wywołanego przez drgania badanego materiału z amplitudą około 1 mm.

Inny sposób ograniczania szumu polega na tym, że stosuje się detekcję fazy w przyrządach wskaźnikowych 23, 24. Można to osiągnąć, stosując wzmacniacz 25, lampę elektronopromieniową 26 i generator impulsów 32 (fig. 3). Zmiany napięcia wywołane zmianami pojemności sprzężenia C_A , C_B , powodujące szum są przesunięte w fazie o 90° względem zmian spowodowanych zmianami oporności warstwy R_{AP} , R_{BP} na skutek wahań jej grubości i mogą za pomocą znanych środków być zmniejszane i wykrywane.

Bardziej szczegółowo lampa elektronopromieniowa 26 jest sterowana przez generator impulsów 32, tak jak i elektrody 20. Nierównomierności grubości warstwy 11 indukują w elektrodach kontrolnych napięcia, które występują jednocześnie z napięciem dawanym przez generator impulsów 32. Indukowane napięcie jest wskazywane na ekranie lampy elektronopromieniowej 26, zaś zmiany napięcia wywoływane przez szumy, jako nie będące w fazie z napięciem, nie są odtwarzane na ekranie lampy elektronopromieniowej.

Posuwisto-zwrotny ruch układu 18 powodować może występowanie zjawiska brzegowego ze względu na zmiany położenia elektrod 20 względem warstwy 11, a zwłaszcza jego skrajnych elektrod 20. W celu uniknięcia tego zjawiska układ 18 może mieć na każdym końcu elektrody dodatkowe 28, uziemione za pomocą indukcyjności L. Indukcyjność tę dobiera się tak, aby wraz z pojemnością sprzężenia skrajnej elektrody dodatkowej 28 tworzyła z płaską warstwą 11 podłoża 10 obwód rezonujący, to jest aby impedancja indukcyjności L przy częstotliwości napięcia zasilającego była równa impedancji pojemności sprzężenia skrajnej elektrody dodatkowej 28 z płaską warstwą 11. Powoduje to, że warstwa 11 bezpośrednio pod elektrodą dodatkową 28 ma potencjał ziemi i zmiany położenia elektrod względem warstwy

11 powodowane ruchem układu 18 nie mają zasadniczo wpływu na skrajne elektrody sterujące 20.

Wadą takiej kompensacji zjawiska brzegowego jest to, że regulacja wartości optymalnej indukcyjności L jest bardzo trudna oraz że zmiany sprzężenia elektrody skrajnej przesuwają punkt rezonansowy, niwecząc efekt kompensacji.

Inny sposób kompensacji nie mający tych wad polega na mierzeniu napięcia warstwy 11 w miejscu dodatkowych elektrod 28 za pomocą pomocniczych elektrod 29. Napięcie to po wzmocnieniu i odwróceniu fazy we wzmacniaczach 30, 31 przykłada się do elektrod dodatkowych 28. Powstaje w ten sposób pólka prądu zmiennego, która utrzymuje potencjał części warstwy 11, leżącej naprzeciw dodatkowych elektrod 28, bardzo blisko potencjału ziemi.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób badania nierównomierności grubości materiału, zwłaszcza kontroli płaskich materiałów przewodzących prąd elektryczny przynajmniej na części swego przekroju poprzecznego, w którym między dwa położone w pewnej odległości od siebie miejsca, znajdujące się po tej samej stronie płaszczyzny badanego płaskiego materiału przykłada się napięcie przemienne i kontroluje się zmianę potencjału zmiennego w miejscu położonym w środku między miejscami przyłożenia napięcia i po tej samej, co one stronie materiału, **znamienny** tym, że badany płaski materiał (10) przesuwany jest w sposób ciągły względem nad nim położonych punktów (A, B), do których przyłożone są dwa napięcia przemienne, równe co do wielkości, lecz o przeciwnych fazach dla kompensacji fluktuacji przyłożonych napięć, przy czym jeżeli w położonej równolegle do miejsc (A, B) płaszczyźnie badanego materiału nie ma nierównomierności grubości materiału, to w miejscu położonym pod punktem (P) w środku między punktami (A, B) nie występuje napięcie, natomiast w przypadku występowania w tym miejscu nierównomierności grubości materiału w pośrednim punkcie (P) pojawia się napięcie, które rejestruje się za pomocą elementu wskaźnikowego połączonego z punktem pośrednim (P), wykazującego obecność nierównomierności grubości w tym miejscu.

2. Urządzenie do stosowania sposobu według zastrz. 1 zawierające elektrody sterujące, umieszczone w pewnej odległości od siebie z jednej strony płaszczyzny płaskiego materiału, elektrodę kontrolną, umieszczoną pośrodku między tymi elektrodami, po tej samej stronie materiału, w której indukują się napięcia proporcjonalne do potencjału istniejącego w miejscu materiału, położonym pod elektrodą kontrolną lub pośrednią oraz zawierające element wskaźnikowy połączony z elektrodą kontrolną, **znamiennie** tym, że ma jeden nieruchomy zespół elektrod (17) obejmujący dwie elektrody sterujące (12 i 13) umieszczone w pewnej odległości po tej samej stronie płaszczyzny płaskiego materiału (10 i 11) oraz elek-

trodę kontrolną (14) umieszczoną pośrodku między tymi elektrodami równoległe do nich na jednej z nimi linii i po tej samej stronie materiału, w którym indukuje się napięcie, oraz że ma drugi ruchomy zespół (18) elektrod składający się z naprzemian umieszczonych elektrod sterujących (20) i elektrod kontrolnych (21), umieszczonych między każdą z par elektrod sterujących.

3. Urządzenie według zastrz. 2, **znamiennie tym**, że zawiera wałki przewodnicze (15, i 16), służące do przesuwania w sposób ciągły płaskiego badanego materiału (10 i 11) względem elektrod sterujących (12, 13 i 20) oraz źródło (22) napięć przemiennych o jednakowych amplitudach lecz o przeciwnych fazach, podawanych na elektrody sterujące (12, 13 i 20), w wyniku czego indukują się między punktami (A, B) napięcia zmienne na powierzchni (11) materiału, który jest równoległy do płaszczyzny elektrod umieszczonych nad nim.

4. Urządzenie według zastrz. 2 i 3, **znamiennie tym**, że pierwszy zespół (17) elektrod sterujących i kontrolnych reagujący na nierównomierności grubości (t) rozciągające się prostopadłe do kierunku ruchu (C) jest umieszczony prostopadłe do tegoż kierunku ruchu (C) badanego materiału (10, 11).

5. Urządzenie według zastrz. 2—4, **znamiennie tym**, że sterujące elektrody (12, 13, 20) są wydłużone i położone równoległe do siebie, przy czym ich długość jest większa od odległości między nimi.

6. Urządzenie według zastrz. 2—5, **znamiennie tym**, że jest wyposażone w elementy służące do poruszania elektrod (20 i 21) ruchem posuwisto-zwrotnym względem płaskiego badanego materiału (10 i 11), przy czym kierunek (D) ruchu posuwisto-zwrotnego jest prostopadły do podłużnej osi elektrod sterujących (20) i zarazem prostopadły do kierunku ruchu (C) materiału (10 i 11).

7. Urządzenie według zastrz. 2—6, **znamiennie tym**, że ruchomy zespół (18) elektrod składa się z dużej liczby położonych obok siebie sterujących

elektrod (20) i kontrolnych elektrod (21), przy czym jedna kontrolna elektroda (21) jest umieszczona między każdą z par elektrod sterujących, a wszystkie co drugie elektrody sterujące są ze sobą połączone.

8. Urządzenie według zastrz. 2—7, **znamiennie tym**, że każda ze skrajnych elektrod (28) zespołu (18) jest uziemiona przez indukcyjność (L'), której impedancja dla częstotliwości przykładanego napięcia przemiennego jest równa impedancji, którą przedstawia pojemnościowe sprzężenie między skrajną elektrodą a materiałem.

9. Urządzenie według zastrz. 2—8, **znamiennie tym**, że każda elektroda sterująca zespołu ruchomego (18) składa się z dwóch połączonych ze sobą elektrycznie płytek (20 i 20'), położonych po przeciwnych stronach badanego materiału (11).

10. Urządzenie według zastrz. 2—9, **znamiennie tym**, że elektroda kontrolna lub elektrody kontrolne (14 i 21) są połączone ze wskazującym zmiany potencjału zmiennej elektrody kontrolnej przyrządem wskazującym (23 i 24).

11. Urządzenie według zastrz. 2—10, **znamiennie tym**, że elektroda kontrolna lub elektrody kontrolne (20) są połączone przez wzmacniacz (25) z układem odchylenia wiązki elektronów w lampie elektronopromieniowej (26) tak, że odchylenie plamki na ekranie lampy (26) odzwierciedla nierównomierność grubości materiału (11).

12. Urządzenie według zastrz. 11, **znamiennie tym**, że lampa elektronopromieniowa (26) jest połączona z fotoelektrycznym urządzeniem (27), dającym sygnał elektryczny w przypadku przekroczenia określonego wychylenia wiązki elektronów w lampie elektronopromieniowej.

13. Urządzenie według zastrz. 2—12, **znamiennie tym**, że każda sterująca elektroda (12, 13, 20) jest uziemiona przez indukcyjność tak dobraną, że znajduje się ona w rezonansie z pojemnością między tą elektrodą a ziemią przy częstotliwości przyłożonego napięcia przemiennego.

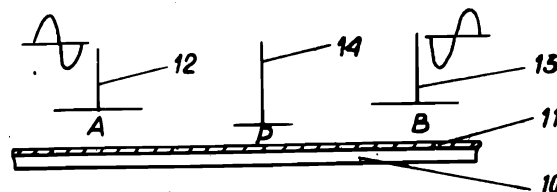


Fig. 1

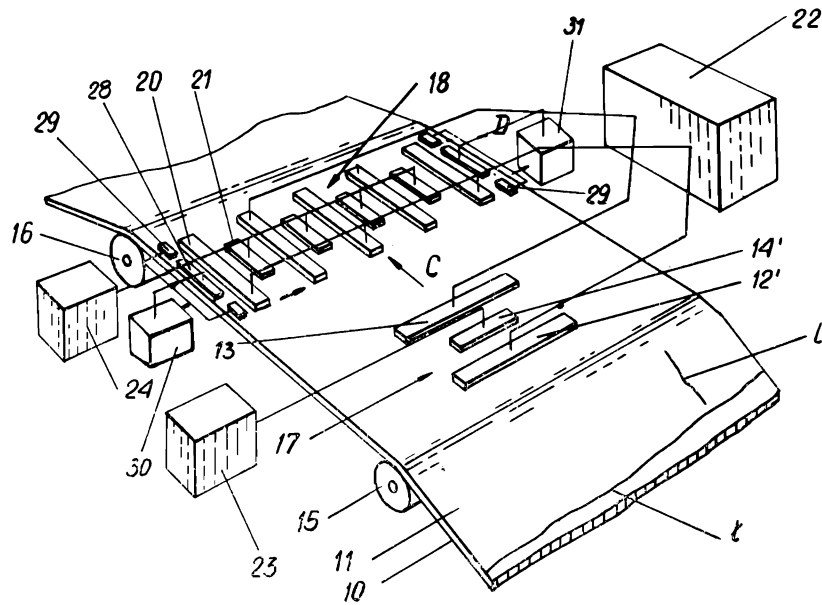


Fig. 2

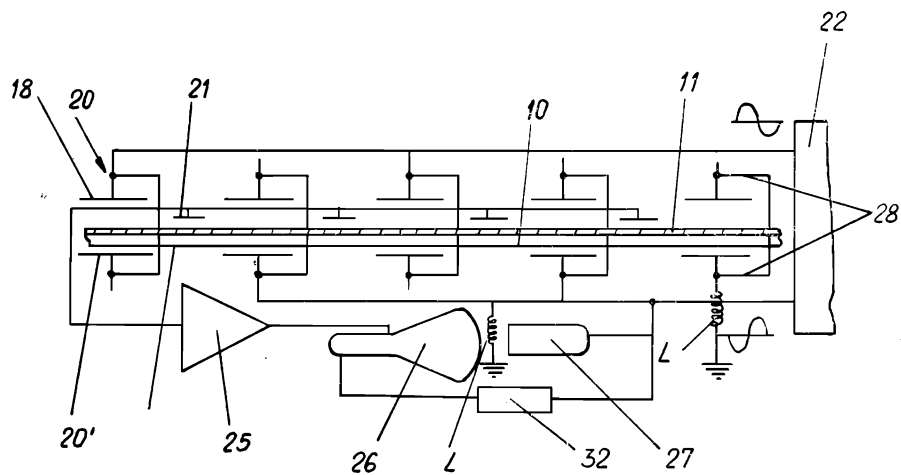


Fig. 3

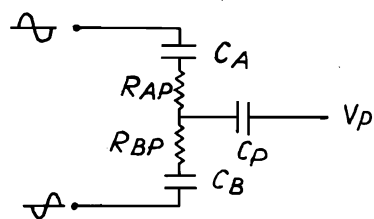


Fig. 4