

URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

59 316

Patent dodatkowy
do patentu

Zgłoszono: 11.VI.1966 (P 114 932)

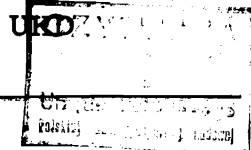
Pierwszeństwo: 4.VI.1965 Stany
Zjednoczone
Ameryki

Opublikowano: 10.II.1970

Kl. 30 a, 4/01

MKP A 61 b

5/02



Twórca wynalazku i Właściciel patentu: Mack J. Fulwyler, Los Alamos (Stany Zjednoczone Ameryki)

Sposób wytwarzania odrębnych kropelek płynu oraz urządzenie do stosowania tego sposobu

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania odrębnych kropelek płynu, oraz urządzenie do stosowania tego sposobu. Kropelki płynu otrzymywane sposobem według wynalazku mogą być wykorzystywane do sortowania zawieszonych w płynie drobniutkich cząstek zgodnie z wybraną ich właściwością. Tą wybraną właściwością może być wielkość, istnienie radioaktywności, barwa, fluorescencja, przepuszczanie lub nieprzepuszczanie światła a w istocie każda właściwość, którą można przekształcić w analogową wielkość elektryczną.

Urządzenie według wynalazku znajduje zastosowanie przy wysortowywaniu drobniutkich cząstek o rozmaitych właściwościach. Na przykład w dziedzinie biologii, do wysortowywania ciałek krwi odpowiednio do ich wielkości. W badaniach nowotworów (odmiany raka) urządzenie według wynalazku może być zastosowane do oddzielania komórek rakowych od normalnych komórek. Komórki raka wyróżniają się wielkością, radioaktywnością lub luminescencją od normalnych komórek. Urządzenie może być stosowane również przy wydzielaniu rzadkich metali z rud, do rozdrabniania materiału, oddzielania odbijających światło cząstek metalu od pozostałego materiału może nastąpić na podstawie różnej zdolności odbijania światła przetwarzanej za pomocą środków elektro-optycznych na analogowe wielkości elektryczne.

Według obecnego stanu techniki w tej dziedzinie, znane są środki techniczne, przeznaczone do

2

liczenia małych cząstek w płynie, ale nie są znane sposoby i urządzenia do mechanicznego sortowania i liczenia tego rodzaju cząstek według wybranej ich właściwości. Znane jest tego rodzaju urządzenie, które zawiera krótki dielektryczny przewód lub otwór o odpowiednim przekroju poprzecznym, przez który zawieszona przepływa, oraz dwie elektrody usytuowane na przeciwnych końcach otworu i stykające się z tym płynem. Na oporność elektryczną pomiędzy elektrodami wpływa obecność i wielkość cząstek zawartych w płynie znajdującym się w tym przewodzie.

Poza tym znane jest urządzenie wyposażone w otwór, przez który przepływa poddawany drganiom płyn, co powoduje rozdzielanie się strumienia na odrębne kropelki o jednakowej objętości. Kropelki ładowane są elektrostatycznie przez odpowiednie zespoły ładujące a zespoły odchylające o stałym potencjale elektrycznym, umieszczone w kierunku przepływu strumienia odchylają każdą kropelkę od toru pierwotnego o wielkość proporcjonalną do jej ładunku elektrycznego.

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania odrębnych kropelek płynu przez wprowadzanie masy płynu pod ciśnieniem do dyszy wyposażonej w otwór wylotowy o kontrolowanych wymiarach, odznaczający się tym, że podczas wyrzucania płynu z otworu dyszy, płyn ten styka się z akustycznie drgającą powierzchnią.

Przedmiotem wynalazku jest również urządzenie,

przeznaczone do wytwarzania odrębnych kropelek płynu zawierające co najmniej jedną dyszę, zaopatrzoną w otwór wylotowy oraz pojemnik, sprzężony ze wspomnianą dyszą, przy czym płyn przelatujący jest z pojemnika do dyszy, a stąd do otworu wylotowego. Urządzenie zawiera ponadto zespół modulujący akustycznie, który w wyniku różnicy ciśnień, rozdziela omawianą ciecz na odrębne kropelki po opuszczeniu dyszy.

Przykład wykonania urządzenia według wynalazku został pokazany na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia uproszczony schemat urządzenia według wynalazku, fig. 2 — rzut oksonometryczny zespołu dyszowego oraz układu odchylającego, fig. 3 szczegółowy przekrój najkorzystniejszego wykonania dyszy, przeznaczonej do wytwarzania strumienia i do wytwarzania analogowej wielkości elektrycznej jako reakcji na każdą cząstkę przechodzącą przez dyszę, fig. 4 — przekrój dyszy przeznaczonej do wytwarzania analogowych wielkości elektrycznych jako reakcji na właściwości luminescencyjne cząstek, fig. 5 — przekrój dyszy przeznaczonej do wytwarzania analogowych wielkości elektrycznych jako reakcji na radioaktywność cząstek, fig. 6, 7 i 8 przedstawiają schematyczny układ sterujący, przeznaczony do roboczego zrealizowania wynalazku.

Na fig. 1 zostały przedstawione schematy i urządzenie według wynalazku. Ciecz, w której zawieszone są badane cząsteczki, została zmagazynowana w odpowiednim pojemniku 11. Środki techniczne, przewidziane do podwyższania ciśnienia, mogą być dowolne, na przykład może to być pompa, zainstalowana przy wylocie pojemnika 11, lub może to być pojemnik 13, zawierający gaz pod ciśnieniem z członem 15, przeznaczonym do sterowania zmianami ciśnienia.

Za pomocą filtru 17 i rury 19 pojemnik 11 płynu jest połączony z dyszą 21. Filtr 17 jest zastosowany w celu przepuszczania cząstek o interesującym nas zakresie wielkości i do zatrzymywania cząstek o takiej wielkości, że mogłyby powodować zatkanie się urządzenia. Chociaż płyn przy przechodzeniu przez dyszę mógłby być wyrzucany i rozdrabniany na odrębne kropelki za pomocą odpowiedniego wibrowania dyszy, to jednakże korzystniejsze jest zastosowanie wibrowania bezpośrednio do płynu i unikanie drgań samej dyszy. Zastosowany został tu taki właśnie sposób tworzenia kropelek i to za pomocą podatnej akustycznej izolacji 20, umieszczonej pomiędzy dyszą 21, a akustycznym sprzęgaczem 23. Akustyczny sprzęgacz 23 jest bezpośrednio wprawiany w drganie za pomocą elektrycznie napędzanego wibratora, na przykład za pomocą piezoelektrycznego wibratora 25, który z kolei jest wzbudzany za pomocą generatora 27 o nastawianej częstotliwości.

Częstotliwość i amplituda drgań generatora 27 zależy od lepkości i prędkości płynu, który przechodzi przez dyszę w celu wytwarzania jednakowej wielkości odrębnych kropelek z uzyskiwanego strumienia.

Na fig. 1 i 2 jest pokazany element czujnikowy 29, który jest połączony z zawierającym płyn układem, najkorzystniej przy wyjściu z dyszy 21. Przy

wyjściu z dyszy 21, płyn posiada odpowiedni poprzeczny przekrój strumienia i taką prędkość, aby czas przepływu płynu wzdłuż jego toru od czujnika do miejsca rozpadu strumienia na odrębne kropelki miał niezmienną i wyznaczoną wielkość.

Czujnik 29 jest tak dobierany, aby reagował na poszczególną właściwość interesujących nas cząstek, to znaczy, aby reagował na wielkość cząstki, jej radioaktywność, fluorescencję, luminescencję, przewodnictwo elektryczne, zdolność przepuszczania światła odbijanie światła lub na dowolną inną wybraną właściwość, którą można przetworzyć na wielkość elektryczną.

Impuls elektryczny, który został wytworzony w czujniku wskutek przechodzenia cząstki, jest wzmacniany i kształtowany za pomocą generatora 31 impulsów proporcjonalnych. Wykorzystywanie impulsu do odchylania sąsiedniej kropelki jest opóźnione o taki okres czasu jaki jest potrzebny na przejście zawierającego cząstkę płynu do czujnika do miejsca, w którym ciecz odrywa się od strumienia jako kropelka. Po odpowiednim opóźnieniu w elemencie opóźniającym 33 impuls ten steruje amplitudą i czasem trwania napięcia polaryzującego kropelki. Każda kropelka lub grupa kropelek jest ładowana przez generator 35 impulsów pierścieniowych, sterowany impulsami z zespołu opóźniającego 33. Generator 35 impulsów pierścieniowych wytwarza właściwy potencjał, między ładującym pierścieniem 37 i czujnikiem 29 wzdłuż wyrzucanego strumienia. Ładujący pierścień 37 otacza wyrzucany strumień cieczy w miejscu, które znajduje się w strefie tworzenia się kropelek. W ten sposób potencjał, który istnieje pomiędzy pierścieniem 37 a czujnikiem 29 w czasie tworzenia się kropelek ze strumienia 38 wyznacza graniczny ładunek na kropelce. Kropelka lub ciąg kropelek dopóty kontynuuje swój ruch w kierunku ruchu strumienia, dopóty nie przejdzie pomiędzy odchylającymi płytkami 39 i 41. Odchylające płytki 39 i 41 są wzbudzone ustalonym stałym potencjałem o odpowiedniej wielkości. Przy przechodzeniu przez odchylające płytki każda kropelka jest odchylana od swego toru o wielkość wyznaczoną ładunkiem jaki znajduje się na tej kropelce. W ten sposób kropelki są segregowane zgodnie z wielkością wybranej ich właściwości i mogą być gromadzone w dowolny wymagany sposób. Fig. 2 przedstawia sposób zbierania kropelek w zbiornikach, ale w niektórych przypadkach wskazane jest zbieranie posegregowanych kropelek na przesuwającym się pasku bibuły. Na fig. 1 i 2 oznaczony odnośnikami 43 element pokazuje w sposób ogólny tego rodzaju rozmaite typy układów zbierających.

Przedstawiony na fig. 1 układ jest uproszczonym układem przedstawionym w celu pokazania w sposób ogólny zrealizowania celów niniejszego wynalazku.

Czujnik 29 reaguje na ładunek elektryczny każdej kropelki i wytwarza odpowiedni sygnał jako reakcję na wybraną właściwość cząstki. Gdy jest wymagane sortowanie i gromadzenie cząstek w zależności od ich obecności i ich wielkości, czujnik 29 wykonuje się najkorzystniej w postaci pokaza-

nej na fig. 3. Czujnik zawiera wówczas metalową końcówkę dyszy 21, płytkę 22, wykonaną z dielektryku, oraz końcową elektrodę 24. Częstki, które przechodzą przez otwór w dielektrycznej płytce 22 powodują zmianę oporności elektrycznej pomiędzy kadłubem dyszy 21 a elektrodą końcową 24. Ta zmiana oporności jest transformowana na impuls elektryczny w generatorze 31 proporcjonalnych impulsów, tak jak to było opisane przy omawianiu fig. 1.

Przy oddzielaniu ciałek krwi, typowy zespół warunków jest następujący: otwór w dielektrycznej płytce 22 dyszy 42 mikrony, otwór w elektrodzie 24 — 36 mikrony, częstotliwość akustycznego wibratora — 72 kilocykle, płyn — 0,9% solanka, ciśnienie płynu — 3,7 kG/cm², czas przepływu od czujnika 29 do pierścienia 37 — 200 mikrosekund, czas trwania impulsu ładującego na pierścieniu 100 mikrosekund, prędkość strumienia — 14,6 m/sek, wielkość czerwonych ciałek krwi człowieka 83 mikrony³, wielkość czerwonych ciałek krwi myszy — 42 mikrony³.

Stężenie ciałek krwi w solance jest najkorzystniej utrzymywane takie, aby nie występowało więcej niż jedno ciało krwi na przykład w siedmiu kropelkach. Impuls pierścieniowy trwa tak długo, aby umieszczał identyczny ładunek na każdej z siedmiu kroperek. Chociaż wskazane byłoby traktowanie każdej kropelki z osobna, a zatem szybsze oddzielanie cząstek z bardziej stężonej solanki, to jednak wówczas prędkość w całym przekroju poprzecznym dyszy nie jest tak równomierna aby dawała bezwzględną pewność, że wykrywana cząstka będzie zawsze występowała w pewnej kropelce, zamiast w następnej kropelce za nią następującej. W interesie niezawodności sortowania rozcieńczona solanka jest bardziej wskazana, a pierścieniowy impuls ładujący najkorzystniej obejmuje jedną lub więcej kropek, przed i za kropelką co do której należy spodziewać się, że zawiera interesującą nas cząstkę.

Jak to jest pokazane na fig. 3 za pomocą akustycznych izolatorów w postaci kołowych pierścieni 45, 47 masa dyszy jest wyeliminowana z układu drgającego. Wynikiem tego jest zmniejszenie zapotrzebowania mocy w akustycznym wibratorze i znacznie większe wykorzystywanie energii drgania przy rozbijaniu strumienia na jednakowe kropelki. Poza tym unika się naruszenia zasady stosowania drgania akustycznego jedynie do płynu, a to dzięki bezwładności masy dyszy, a w wyniku tego unika się zwiększonego modulowania.

Ulepszona dysza według niniejszego wynalazku zawiera właściwą dyszę 21, wykonaną najkorzystniej z platyny. Akustyczny pręt łączący 23 jest izolowany za pomocą pierścieni kołowych 45 i 47, zarówno od dyszy 21 jak i obudowy 49 zespołu dyszowego. Obudowa 49 dyszy zawiera syntetyczny plastikowy człon dolny 51, który wyposażony jest w walcowy otwór, w którym kadłub dyszy 21 jest najkorzystniej wpasowany z lekkim wciskiem. Dysza jest umocowana w dolnym członie 51 obudowy za pomocą dowolnych odpowiednich do tego celu środków technicznych na przykład za pomocą zalewanej przy montażu żywicy syntetycznej 53.

Zarówno dysza 21 jak i dolny człon 51 są zaopatrzone w pierścieniowe rowki, w celu umożliwienia żywicy 53 łączenia na stałe obydwóch tych elementów w stanie zmontowanym.

Pręt akustycznego wibratora w swej części końcowej ma średnicę równą zasadniczo największej średnicy stożkowego otworu dyszy 21. Średnica końcowej części pręta wibratora jest mniejsza od średnicy pozostałej części pręta wibratora na długości odpowiedniej dla osadzenia pierścienia kołowego 47. Za pomocą kołowego pierścienia 47 końcowa część pręta wibratora jest w ten sposób hydraulicznie uszczelniona w stosunku do szerszego końca otworu dyszy 21. Pręt 23 wibratora jest również zaopatrzony w stanowiącą z nim jedną całość szerszą część 52, a to w celu wytworzenia wspornika dla kołowego pierścienia 45, o który opiera się pręt 23. Pierścień 54 ma odsadzenie 55, przeznaczone do utrzymywania w stanie zmontowanym zespołu wraz z kołowymi pierścieniami 45 i 47, przy odpowiednim nacisku, wówczas gdy górny człon 57 obudowy zostaje nakręcony na dolny człon 51. Przewód 19 dla płynu jest połączony z dyszą 21 i szczelnie z nią spasowany.

W ten sposób uzyskuje się to, że pręt 23 akustycznego wibratora jest zasadniczo swobodnym łukiem, dopóki jakaś część dyszy lub zespołu dyszowego z nim się nie zetknie.

Jak już było wspomniane wyżej, chociaż segregowanie cząstek według wymiarów ma duże znaczenie, możliwe są również inne rodzaje pomiarów za pomocą czujnika i mają one duże znaczenie. Fig. 4 pokazuje jedną z postaci czujnika, który reaguje na luminescencję. Źródło światła 60, które może emitować światło o wybranej częstotliwości, zostaje połączone z przewodem płynu za pomocą przezroczystego okienka 61. Cząstki, które mają właściwość luminescencji, będą emitowały światło tuż po wzbudzeniu i będą wyczuwane za pomocą detektora fotokomórkowego 63. Wyprowadzenie z detektora 63 jest dalej wykorzystywane tak samo jak to było pokazane na fig. 1.

Fig. 5 pokazuje schematycznie czujnik 29, przeznaczony do wykrywania cząstek radioaktywnych, na przykład komórek raka tarczycowego. Element scyntylacyjny 69 jest zamknięty w walcu 67 i umieszczony na drodze czujnika fotoczułego zespołu 63. Różne inne typy czujników mogą być również stosowane, przy czym jedynym wymaganiem jest takie, aby interesująca nas właściwość cząstki mogła być transformowana na wielkość elektryczną za pomocą dowolnego sposobu znanego w tej dziedzinie techniki.

Na fig. 6, 7 i 8 jest pokazany kompletny elektroniczny układ sterujący, przeznaczony do połączenia z czujnikiem cząstek i układem elektrycznym ładującym cząstki. Układ ten wzmacnia impulsy wytwarzane przez cząstki, które przechodzą przez czujnik 29, informację o wielkości impulsu przetwarza na postać cyfrową, magazynuje cyfrową informację w układach spustowych pamięci i po opóźnieniu czasowym, równym odstępowi czasu potrzebnemu na przepływ cieczy od czujnika do pierścienia ładującego, wytwarza impuls, o szerokości odpowiadającej liczbie kropek w każdej

grupie, a amplituda którego jest wyznaczana przez magazynowaną w pamięci informację cyfrową.

Układ elektroniczny zawiera numeryczne bloki logiczne, które są połączone z urządzeniem przetwarzającym cyfrową informację, otrzymywaną z konwertera analogowo — cyfrowego 101, na pole elektryczne pierścienia o odpowiednim natężeniu wielkości oraz sterujące bloki logiczne, które ustalają kolejność działania numerycznego układu informacyjnego.

Zaprogramowany układ nie reaguje na cząstki, który ładunek badanej właściwości jest o wielkości mniejszej od założonej wielkości. Jest to uzyskiwane za pomocą granicznego lub progowego dyskryminatora 118.

Wszystkie cząstki lub wielokrotne cząstki, które powodują, że czujnik reaguje ponad wybrany zakres, muszą być segregowane w kolektorze maksymalnego odchylenia. Uzyskiwane to jest za pomocą granicznego dyskryminatora 119. Na wyjściu tego dyskryminatora uzyskuje się maksymalnie osiągnięty pierścieniowy potencjał ładujący w celu spychania takich cząstek do krańcowego zbiornika.

Istnieje pewien odstęp czasu pomiędzy chwilą, w której cząstka wywołuje sygnał czujnika a chwilą, w której ta sama cząstka w kropelce oddziela się od strumienia. Ten odstęp czasu stwarza dwa wymagania, jednym z których jest magazynowanie informacji na cyfrowym wyprowadzeniu analogowo-cyfrowego konwertera 101, dopóki nie może być zużytkowana, natomiast drugim wymaganiem jest zastosowanie dokładnego sterowania odstępem czasu. Pierwsze wymaganie jest spełniane za pomocą układu zapamiętywania informacji, który w podanym przykładzie wykonania jest magazynującym układem spustowym 102. Drugie wymaganie jest spełniane przez zastosowanie uniwibratora 157 opóźniającego (fig. 7).

Potencjał pierścienia ładującego 37 musi mieć wartość odpowiadającą wielkości interesującej nas właściwości. Jest to uzyskiwane przez połączenie wyjścia analogowo-cyfrowego konwertera 101, z magazynującymi układami przerzutowymi 103 oraz z konwerterem 129, i z układem 132 wytwarzającym impuls ładujący, jak również z konwerterami cyfrowo-analogowymi 135.

Potencjał pierścienia ładującego kropelki, musi działać wystarczająco długo na każdą kropelkę, która ma być naładowana. W tym celu impuls doprowadzany do pierścienia ładującego 37 musi być impulsem prostokątnym o poprawnej długości. Odpowiedni czas trwania impulsu jest uzyskiwany za pomocą uniwibratora 159 czasu ładowania, który włącza na poprawny okres czasu odpowiedni obwód „i” w układzie 132 wytwarzającym impuls ładujący, co zapewnia otrzymanie poprawnego prostokątnego impulsu na końcówce 147 (fig. 8) w obwodzie emiterowego wtórnika tranzystora 143.

Wyprowadzenie czujnika 29 jest doprowadzone do generatora proporcjonalnych impulsów 31, który jest połączony z wejściem analogowo-cyfrowego konwertera 101. Pojemność analogowo-cyfrowego konwertera 101 (wielokanałowego analizatora) jest dobierana zgodnie z wybraną liczbą wymaganych sortowań. Każda cyfra jest zakodowana za pomocą

1—2—4—8 dziesiętnego kodu. W wykonaniu tu opisanym cząstki muszą być gromadzone w zbiorniku wylapującym 43, a ponieważ ze względu na wygodę został użyty analogowo-cyfrowy konwerter o 100 kanałach, więc jedynie co dziesiąty z adresów 10, 20, 40, 80 jest użytkowany.

Co dziesiąte impulsy adresów są bieżąco wzmacniane we wtórnikach emiterowych 104 — 107 i przechodzą przez obwody logiczne typu „i” 111 — 117, które są blokowane, jeżeli impuls pochodzący z czujnika 29 jest większy niż założona wielkość ustalona przez dyskryminator 118. Jednakże impuls pochodzący z tego dyskryminatora zostaje użyty do odchylenia nadmiernie dużych cząstek do „dziesiątego” zbiornika (fig. 2) przy czym impuls tak kształtowany w układzie spustowym 144, wytwarza negatywny impuls trwający mniej więcej 85 mikrosekund w uniwibratorze 127, który wyłącza obwody „i” 111 — 117 i bezpośrednio pobudza obwody „albo” 121 i 123, wprowadzając 8 i 2 bit do magazynujących układów spustowych 103-B i 103-D przez obwody „i” 125 B i 125 D.

Impuls wyższego dyskryminatora przechodzi również przez obwód typu „albo” 128 i po 5 mikrosekundach opóźnienia wytwarza trwający 5 mikrosekund impuls przekazujący, który wprowadza dziesiątkę do magazynujących układów spustowych, które jak to będzie podane dalej, doprowadzają napięcie do pierścienia ładującego o wielkości przewyższającej wielkość wybraną do segregowania cząstek w niższych interesujących nas zakresach.

Jeżeli czujnik 29 wykrył cząstkę, która na przykład ma być gromadzona w trzecim chwytającym zbiorniczku 43 (fig. 2), to dwa sygnały zostają zapoczątkowane. Niższy dyskryminator 118 wysyła pobudzający impuls, który przebiega po przewodzie A do układu spustowego Schmitta 146 (fig. 7). Ten sam sygnał zostaje przetworzony w analogowo-cyfrowym konwerterze 101 na „3”, która jest dodatnim wyjściem na adresy „10” i „20”. Te „jednostki” przechodzą przez wtórniki emiterowe 104 i 105 do obwodów logicznych „i” 111 i 113. Te obwody logiczne „i” nie są wstrzymywane przez obecność wyższego impulsu granicznego i dlatego wprowadzają „jednostki” przez obwody logiczne „i” 125-A i 125-B do układu pamięciowego 103. Po zakończeniu liczenia analogowo-cyfrowy konwerter wytwarza impuls addytywny — 1. Ten impuls daje układ spustowy Schmitta 155, który wyzwala impuls przez obwód typu „lub” 128 do opóźniającego przekazywanie obwodu 130, który po 5 mikrosekundach opóźnienia wywołuje generator 131 przenoszenia impulsu, który wytwarza 5 mikrosekund trwający dodatni kwadratowy impuls przekazujący.

Pojawienie się przekazującego impulsu na obwodach „i” od 125-A do 125-D, łącznie z „jednostkami” pochodzącymi z analogowo-cyfrowego konwertera na obwodach 125-A i 125-B powoduje, że dodatni impuls pojawia się na wyjściu układów spustowych 103-A i 103-B. Te układy spustowe i wtórniki emiterowe na wyjściu układów spustowych są tak urządzone, że „1” odpowiada impulsowi ujemnemu, a „0” impulsowi dodatniemu. A za-

tem „1” na wejściu układów spustowych 103-A i 103-B oraz „0” na wejściu układów spustowych 103-C i 103-D powoduje powstanie następujących warunków na końcówkach od E do L; ujemne napięcie na końcówkach F, H, I i K oraz dodatnie napięcia na końcówkach E, G, J i L. A zatem dodatnie napięcie wytrzymuje na szynach zbiorczych 1, 2, 4, 8 dwójkowo kodowanego z układu dziesiętnego na dziesiętny konwertera 129. Te dodatnie napięcia powodują występowanie dodatniego napięcia na wyjściu obwodu typu „i” 131-C. Dodatni potencjał dopóty pozostaje na wyjściu obwodu „i” 131-C, dopóki odpowiedni sygnał nie zostanie podany na przewód D.

Wytworzenie odpowiedniego „prześciowego” sygnału na przewodzie „D” odbywa się w urządzeniu pokazanym na fig. 7. Sygnał impulsowy pochodzący z niższego dyskryminatora 118 przechodzi przez normalnie przygotowany obwód logiczny typu „i” 153. Ten impuls uruchamia opóźniający ładowanie generator 157. Opóźniający ładowanie generator 157 daje odblokowujący uruchamiający impuls 154 w celu odblokowania obwodu logicznego typu „lub” 155 dla zapoczątkowania odblokowującego impulsu. W momencie końcowym włączenia czasu opóźnienia w opóźniającym ładowanie generatorze 157 zostaje wytwarzany impuls uruchamiający dla uruchomienia generatora czasu ładowania 159. Wyjście generatora czasu ładowania 159 jest włączone na wejście obwodu typu „albo” 155, co powoduje, że blokujący potencjał jest przykładany do obwodu logicznego typu „i” 153 od momentu, gdy sygnał rozpoczynający przepłynął przewodem A, aż gdy kropelka zostanie oddzielona od strumienia. Impuls wyjściowy z generatora czasu ładowania 159 razem z impulsem addytywnym — 1, przechodzi przez obwód typu „i” 152 i zmienia stan układu spustowego 154. Z wyjścia układu spustowego 154 impuls jest podawany na przewód D, gdy obwód logiczny typu „i” 161 jest „przygotowany” przez impuls wyjściowy pochodzący z generatora czasu ładowania 159 i tylko podczas tego czasu przygotowania. Następny impuls z niższego dyskryminatora ponownie ustawia układ spustowy 154.

Potencjał o stałej wartości na przewodzie D (fig. 8) w formującym impulsy ładujące układzie 132 przygotowuje odpowiedni obwód logiczny typu „i” do połączenia wyjścia pobudzonego jednego z obwodów logicznych od 131-A do 131-J do cyfrowo-analogowego konwertera 135. W przykładzie tu rozpatrywanym obwód logiczny „i” 131-C jest przygotowany za pomocą potencjału na przewodzie D do przepuszczenia impulsu przez swój wtórnik emiterowy do wejścia, co wyłącza tranzystor 135-C. Pozwala to, aby 90-woltowy potencjał na kolektorze tranzystora 135-C zwiększył potencjał bazy wyjściowego tranzystora 143. Szereg oporników od 149-A do 149-J jest tak dobrany, że napięcie wyjściowe na końcówce 147 ma wartość 90 volt.

Zostało ponadto stwierdzone, że ponadwymiarowa cząstka dawała maksymalny potencjał pierścieniowy na końcówce 147. Sygnał pochodzący z wyższego dyskryminatora 119, po przetworzeniu w układzie spustowym Schmitta 144 (fig. 6) i w uniwi-

bratorze 127, wytwarza powstrzymujący potencjał na obwodach „i” od 111 do 117 i przechodzi przez obwody „albo” 123. W wyniku tego zostają włączone układy spustowe 103-B i 103-D. Przez to ujemne potencjały zjawiają się na końcówkach E, H, I i L a dodatnie potencjały — na końcówkach F, G, J i K. Zgodnie z fig. 8 widoczne jest, że szyny zbiorcze 1, 4, 2 i 8 konwertera 129 przenoszą dodatni potencjał i że obwód typu „i” 131-J jest jedynym obwodem „i” umożliwiającym przyjęcie impulsu, który to impuls odblokowuje tranzystor 135-J i daje około 300 woltowe napięcie na końcówce 147.

Konstrukcja i działanie cydrowo-analogowego konwertera 135 jest następujące. Każdy tranzystor od 135-A do 135-J jest połączony przez swój odpowiedni opornik kolektorowy 134-A do 134-J z 600-woltowym źródłem potencjałowym przez szereg rozdzielających napięcie oporników od 149-A do 149-J. Wielkość oporników dławiących jest tak dobrana, w podanym przykładzie wykonania, aby na katodach diod od 137-A do 137-J, wytwarzała dodatkowe napięcia rzędu 30-volt. A więc dekodowana „1” przechodzi do tranzystora 135-A z nadatkiem napięcia wynoszącym 30 volt.

Przy braku napięcia na wejściach tranzystorów 135-A do 135-J tranzystory te są „włączone” i w stanie nasycenia, tak że kolektory znajdują się przy napięciu mniejszym niż 1 volt powyżej uziemienia. Po nadejściu impulsu powoduje on odwrotne napięcie wstępne na połączeniu baza — emiter odpowiedniego tranzystora, które włącza tranzystor. Gdy prąd kolektora maleje do zera, napięcie na kolektorze wzrasta do napięcia na szeregu oporowych dzielników dodatkowego napięcia i przechodzi przez odpowiednie diody (od 137-A do 137-J) do bazy wtórnika emiterowego 143. Impuls napięciowy, który występuje na emiterze wtórnika emiterowego 143 zostaje przyłożony do pierścienia ładującego 37.

Poszczególne układy elektronowe wyżej opisane są przedstawione jedynie w celu zilustrowania pełnego wykonania, a nie mają na celu ograniczenia wynalazku. Każdy inny układ elektroniczny, który nadaje się do spełniania wymaganych funkcji może być również wykorzystany.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania odrębnych kropelek płynu przez wprowadzanie płynu pod ciśnieniem do dyszy, wyposażonej w otwór wylotowy o kontrolowanych wymiarach, **znamienny tym**, że podczas wyrzucania płynu z otworu dyszy płyn ten styka się z akustycznie drgającą powierzchnią.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że źródło drgań jest akustycznie izolowane od dyszy.

3. Sposób według zastrz. 1 lub 2, **znamienny tym**, że w celu wyodrębnienia zawieszonych w płynie małych cząstek, odpowiednio do wielkości uprzednio wybranej właściwości każdej cząstki, wyrzuca się nienaładowany elektrycznie płyn wzdłuż wyznaczonego toru oraz steruje tym torem za pomocą wytwarzania analogowej wielkości elektrycznej jako reakcji cząstki przechodzącej wzdłuż toru.

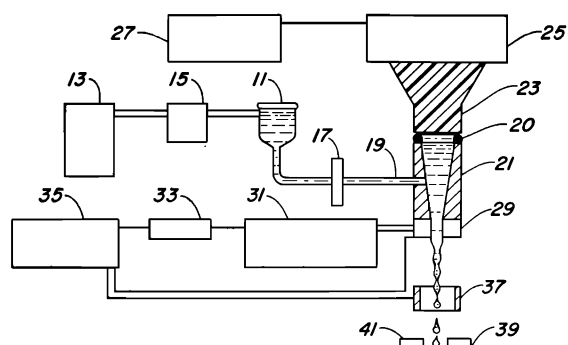


Fig. 1

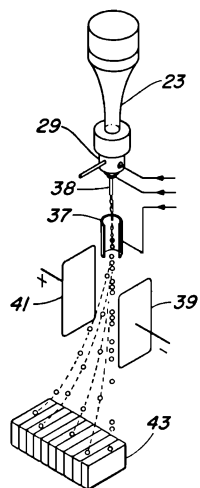


Fig. 2

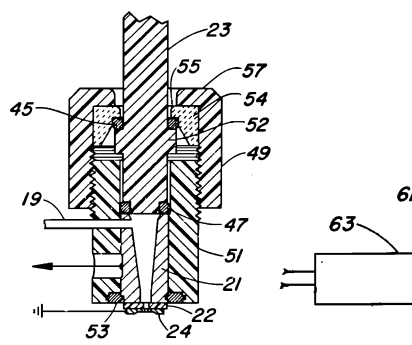
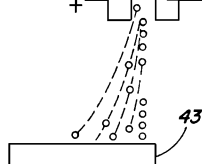


Fig. 3

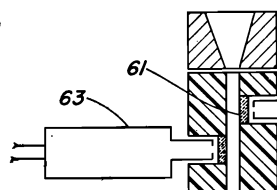


Fig. 4

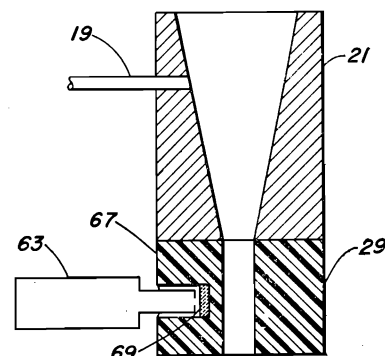


Fig. 5

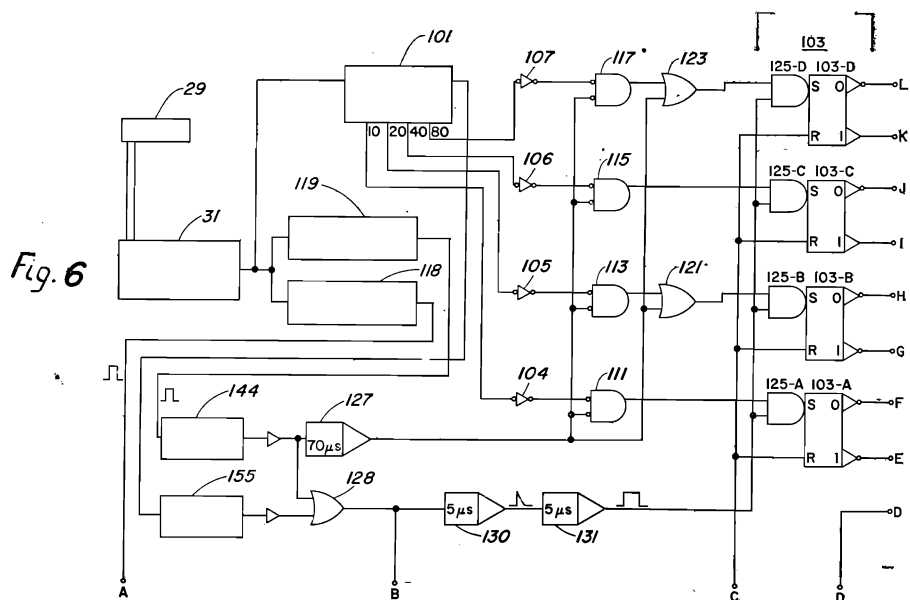


Fig. 6

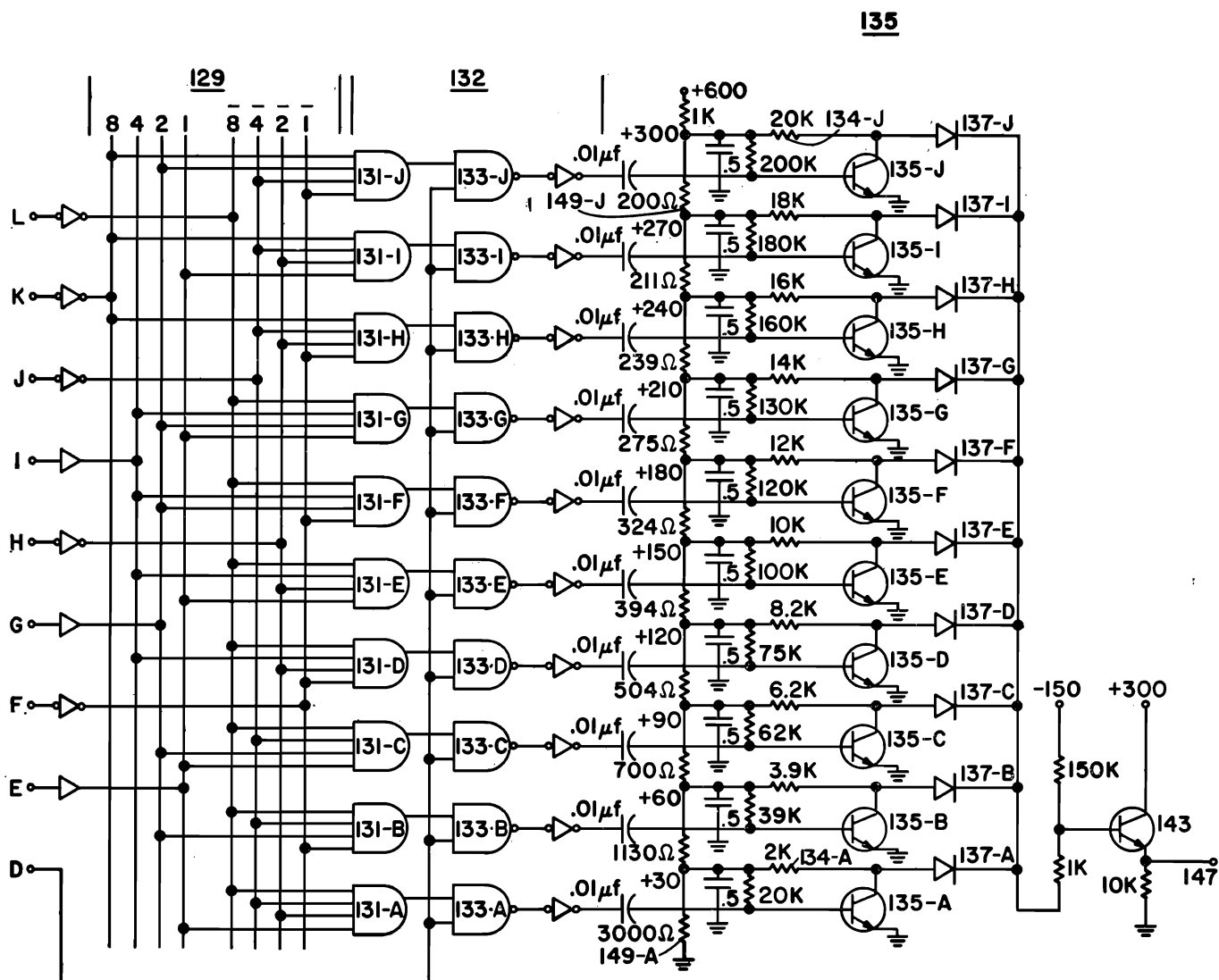
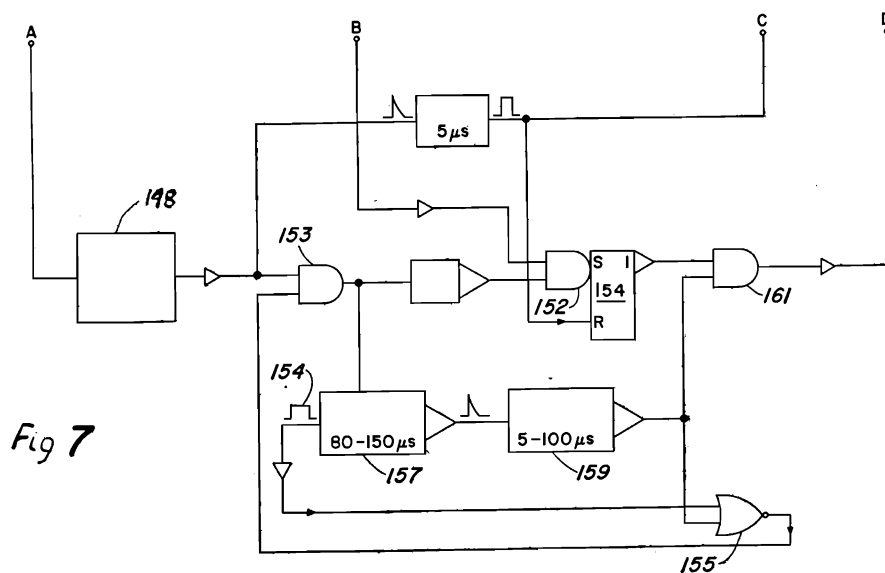


Fig. 8