

Kolimator wielolistkowy wiązki promieniowania jonizującego

Przedmiotem wynalazku jest kolimator wielolistkowy wiązki promieniowania jonizującego zwłaszcza promieniowania fotonowego, znajdujący zastosowanie w urządzeniach elektromedycznych do terapii radiacyjnej pozwalających na naświetlanie promieniowaniem fotonowym chora tkankę rakową pacjenta.

Znane ze stosowania w elektromedycynie radiacyjnej kolimatory wiązki promieniowania jonizującego skupiające wiązkę promieniowania na obszarze chorej tkanki rakowej pacjenta, występują w postaci płytek z materiału o wysokiej liczbie atomowej najczęściej z wolframu, pochłaniających promieniowanie jonizujące poza obszarem chorej tkanki pacjenta, poprzez odwzorowanie swoim kształtem obrysu pola rakowej tkanki pacjenta. Poza tym kolimatory promieniowania jonizującego zmniejszają ingerencję promieniowania terapeutycznego w tkankę zdrową oraz w organy pacjenta wrażliwe na promieniowanie, jak również zwiększają bezpieczeństwo obsługi personelu medycznego.

Znany jest również ze stosowania w elektromedycynie radiacyjnej kolimator szczękowy posiadający dwie pary szczęk ruchomych, ustawionych pod kątem prostym w płaszczyźnie prostopadłej do osi

wiązki promieniowania fotonowego, które ograniczają obszar napromieniowania do pola prostokąta. W praktyce medycznej, opisany kolimator szczękowy nie zapewnia dokładnego odwzorowania kształtu rakowej tkanki pacjenta jak również niewystarczająco chroni organy pacjenta wrażliwe na promieniowanie jonizujące.

Znana jest ponadto z noty aplikacyjnej amerykańskiej firmy VARIAN MEDICAL SYSTEMS Inc. konstrukcja listkowego kolimatora wiązki promieniowania fotonowego zawierającego dwa zestawy ruchomych, cienkich płytek z wolframu, wysuwanych do przodu i wsuwanych do tyłu, stosownie do odwzorowanego kształtu tkanki terapeutycznej pacjenta. W każdym listku kolimatora zamocowana jest nieobrotowo nakrętka nagwintowana, która tworzy przekładnię gwintową z prętem gwintowanym zamocowanym do sprzęgła kompensacyjnego. Drugi koniec sprzęgła jest zamocowany do silnika napędzającego. Każdy listek jest zasilany osobnym silnikiem obracającym pręt, który przez przekładnię gwintową napędza ruch liniowy listka. Mimo znacznej poprawy odwzorowania kształtu pola tkanki terapeutycznej pacjenta, opisane rozwiązanie kolimatora listkowego obarczone jest szeregiem niedogodności technicznych i ekonomicznych związanych z wyposażeniem każdego listka w osobny, zasilany niezależnie silnik napędowy co ponadto jest przyczyną niskiej niezawodności kolimatora związanej z awaryjnością i silną degradacją silników elektromagnetycznych w polu promieniowania jonizującego. Ponadto z uwagi na zwartą budowę kolimatora listkowego, który stanowią dwa zestawy cienkich płytek stykających się bocznymi powierzchniami, występują duże opory ruchu przesuwających się względem siebie listków, co

wymaga dla zapewnienia odpowiednio dużego momentu siły napędu listków, użycia dużych gabarytowo silników, na instalację których nie pozwala zwarta budowa listkowego kolimatora.

Celem wynalazku jest opracowanie konstrukcji wielolistkowego kolimatora wiązki promieniowania jonizującego odznaczającego się wysoką niezawodnością działania przy jednoczesnym zwiększeniu siły napędowej przekazywanej na listek kolimatora ułatwiającym obsługę kolimatora.

Istota wielolistkowego kolimatora wiązki promieniowania jonizującego zwłaszcza promieniowania fotonowego zawierającego dwa zestawy ruchomych listków stykających się powierzchniami bocznymi, wykonanych z materiału o dużej liczbie atomowej wyposażonych w przekładnię gwintową połączoną z elementami napędu ruchu listka, jak wałek, sprzęgło, silnik elektromagnetyczny, polega według wynalazku na tym, że osie poziome ruchomych listków stykających się swoimi powierzchniami bocznymi, stanowiących lewostronne i prawostronne zestawy, są prostopadłe do wzajemnie równoległych pionowych osi głównych wałków napędowych, wałka dolnego i wałka górnego, przy czym wałek dolny napędu głównego i wałek górny napędu głównego są połączone z przekładniami ślimakowymi odpowiednio z n układami napędowymi n listków usytuowanymi w osiach poziomych listków. Każdy z n układów napędowych listków kolimatora, posiada od strony przekładni ślimakowej, zakończony ślimakiem wałek pośredniczący na którym jest osadzona ponadto część ruchoma siłownika, korzystnie siłownika pneumatycznego a którego część

nieruchoma jest połączona trwale z obudową kolimatora. Drugi przeciwny koniec wałka pośredniczącego jest połączony ze sprzęgłem mieszkowym, które jest połączone z wałkiem napędowym listka osadzonym przy pomocy przekładni śrubowej w listku.

Alternatywnie kolimator wiązki promieniowania fotonowego posiada napęd główny w postaci dwu par wałków napędowych połączonych między sobą paskami zębatymi. Które są sprzęgnięte z zębatym kołem pasowym osadzonym na wałku pośredniczącym układu napędu każdego z listków.

Zaletą wielolistkowego kolimatora promieniowania jonizującego zwłaszcza promieniowania fotonowego jest wyeliminowanie niezależnie zasilanych n silników napędzających osobno każdy z n listków i zastąpienie stosowanego dotychczas napędu wałkami głównego napędu wałkiem dolnym i wałkiem górnym sprzężonym mechanicznie z układami napędu n listków kolimatora co poprawia nieporównywalnie niezawodność kolimatora oraz pozwala na stosowanie odpowiednio dużego, napędowego momentu siły pokonującej opory tarcia między powierzchniami bocznymi listków, ułatwiając manipulacje ustawczą kolimatora w celu odwzorowania obrysu terapeutycznej tkanki pacjenta.

Wynalazek został uwidoczniony na przykładnie wykonania na rysunku na którym fig. 1. przedstawia widok z góry kolimatora wielolistkowego promieniowania fotonowego z uwidocznioną lewą i prawą połową, fig. 2 widok boczny napędu listka kolimatora w trzech stanach, a) w stanie statycznym listka, b) w stanie

przemieszczenia się listka w prawo, c) w stanie przemieszczenia się listka w lewo, fig. 3 przedstawia wariantowe rozwiązanie układu napędu kolimatora z zastosowaniem przekładni pasowej zębatej.

Według wynalazku jak pokazano na fig. 1 prawą i lewą stronę kolimatora promieniowania fotonowego stanowią zestawy listków $\underline{L}_1$, $\underline{L}_2$, $\underline{L}_3$, $\underline{L}_4 \dots \underline{L}_n$ stykających się swoimi powierzchniami bocznymi. Osie poziome $\underline{O}_L$ listków $\underline{L}_1$, $\underline{L}_2$, $\underline{L}_3$, $\underline{L}_4 \dots \underline{L}_n$ prawej i lewej strony kolimatora są prostopadłe do wzajemnie równoległych osi pionowych $\underline{O}_W$ głównych w wałków napędowych odpowiednio wałka dolnego $\underline{1}$ i wałka górnego $\underline{2}$. Powierzchnia wałka dolnego $\underline{1}$ napędu głównego i wałka górnego $\underline{2}$ napędu głównego mają naciętą ślimacznice lub przykładowo są nagwintowane. Według wynalazku wałki napędu głównego kolimatora wałek dolny $\underline{1}$ i wałek górny $\underline{2}$ są połączone przykładowo 5-cioma przekładniami ślimakowymi z 5-cioma układami napędowymi listków $\underline{L}_1$, $\underline{L}_2$, $\underline{L}_3$, $\underline{L}_4$, $\underline{L}_5$ usytuowanym w osiach poziomych tych listków. Każdy listek z listków $\underline{L}_1$, $\underline{L}_2$, $\underline{L}_3$, $\underline{L}_4$, $\underline{L}_5$ posiada od strony przekładni ślimakowych wałka dolnego $\underline{1}$ i wałka górnego $\underline{2}$, zakończony ślimakiem $\underline{3}$ wałek pośredniczący $\underline{5}$ przykładowo koło zębate o zębach śrubowych. Drugi przeciwny koniec wałka pośredniczącego $\underline{5}$ jest połączony ze sprzęgłem mieszkowym $\underline{9}$ pozwalającym na jego odchylenie kątowe przez siłownik pneumatyczny, którego część nieruchoma $\underline{4A}$ jest zamocowana do obudowy $\underline{OB}$ kolimatora a którego część ruchoma $\underline{4B}$ jest połączona z wałkiem pośredniczącym $\underline{5}$ zapewniając jego obrót wokół osi $\underline{O}_L$. Sprzęgło mieszkowe $\underline{9}$ jest zamocowane drugim przeciwnym końcem do wałka napędowego listka z listków $\underline{L}_1$, $\underline{L}_2$, $\underline{L}_3$, $\underline{L}_4$, $\underline{L}_5$. Na wałku napędowym $\underline{6}$ listków $\underline{L}_1$, $\underline{L}_2$, $\underline{L}_3$, $\underline{L}_4$, $\underline{L}_5$

zamocowany jest enkoder 7 przetwarzający obroty wałka napędowego 6 na impulsy elektryczne przekazywane do układu odczytu położenia kąowego, niepokazanego na rysunku. Wałki napędowe 6 listków L₁, L₂, L₃, L₄, L₅ swoim gwintowanym końcem są wkręcane w nakrętkę 8 zapewniającą kompensację ewentualnej nieosiowości wałka 6.

Działanie wielolistkowego kolimatora wiązki promieniowania fotonowego według wynalazku jest następujące. Wałek dolny 1 i górny 2 wałek napędowy, stanowiące napęd główny kolimatora wielolistkowego, napędzane są stałym momentem siły z jednego silnika elektromagnetycznego o mocy ... MW, nie pokazanego na rysunku. Po zadziałaniu siłownika pneumatycznego 4 w górę wałek pośredniczący 5 połączony z częścią ruchomą siłownika 4B odchyła się w kierunku górnym jak pokazano na fig. 2b. Ślimak 3 stanowiący zakończenie wałka pośredniczącego 5 zasprzęgla się do ślimacznicy wałka górnego 2 napędu głównego i przekazuje moment napędowy przez sprzęgło mieszkowe 9 na wałek napędowy 6 listka z zestawu listków L₁, L₂, L₃, L₄, L₅ który poprzez zamocowaną w nim nakrętkę 8 tworzącą z nagwintowanym końcem wałka 6 przekładnię śrubową przesuwają listek z zestawu L₁, L₂, L₃, L₄, L₅ w prawą stronę. Po zadziałaniu siłownika pneumatycznego 4 w dół, wałek pośredniczący 5 połączony z częścią ruchomą siłownika 4A odchyła się w kierunku dolnym jak pokazano na fig. 2c. Ślimak 3 stanowiący zakończenie wałka pośredniczącego 5 zasprzęgla się do ślimacznicy wałka dolnego 1 napędu głównego kolimatora i przekazuje moment napędowy przez sprzęgło mieszkowe 9 na wałek napędowy 6 listka z zestawu

listków $\underline{L}_1, \underline{L}_2, \underline{L}_3, \underline{L}_4, \underline{L}_5$ który poprzez zamocowaną w nim nakrętkę $\underline{8}$ tworzącą z nagwintowanym końcem wałka $\underline{6}$ przekładnię śrubową, przesuwając listek z zestawu listków $\underline{L}_1, \underline{L}_2, \underline{L}_3, \underline{L}_4, \underline{L}_5$, w lewą stronę.

Alternatywnie kolimator wielolistkowy wiązki promieniowania fotonowego według wynalazku posiada napęd główny listków $\underline{L}_1, \underline{L}_2, \underline{L}_3, \underline{L}_4$ w postaci wałków $\underline{W}_1$ i $\underline{W}_2$ połączonych paskiem zębatym $\underline{P}_1$ oraz wałków $\underline{W}_3$ i $\underline{W}_4$ połączonych paskiem zębatym $\underline{P}_2$. Paski zębate $\underline{P}_1$ i $\underline{P}_2$ są sprzęgnięte z zębatym kołem pasowym $\underline{3}$ osadzonym na wałku pośredniczącym $\underline{5}$ układu napędu listków $\underline{L}_1, \underline{L}_2, \underline{L}_3, \underline{L}_4$. Pasek zębaty $\underline{P}_1$ obraca się na wałkach $\underline{W}_1$ i $\underline{W}_2$. W momencie zadziałania siłownika $\underline{4}$ i wysunięcia się jego ruchomej części $\underline{4b}$ zębate koło pasowe $\underline{3}$ zostaje sprzęgnięte z paskiem zębatym $\underline{P}_1$ który wprowadza w ruch obrotowy lewostronny pasowe koło zębate $\underline{3}$ napędzające wałek pośredniczący. Na wałkach $\underline{W}_3$ i $\underline{W}_4$ obraca się pasek zębaty $\underline{P}_2$. W momencie zadziałania siłownika $\underline{4}$ i wsunięcia się jego ruchomej części $\underline{4B}$ zębate koło pasowe $\underline{3}$ zostaje sprzęgnięte z paskiem zębatym $\underline{P}_2$ który wprowadza w ruch obrotowy prawostronny pasowe koło zębate $\underline{3}$ napędzające wałek pośredniczący $\underline{5}$. Gdy część ruchoma siłownika $\underline{4B}$ pozostaje w pozycji neutralnej pasowe koło zębate $\underline{3}$ nie obraca się. Natomiast w momencie zasprężenia pasowe koło zębate $\underline{3}$ oraz paski zębate $\underline{P}_1$ i $\underline{P}_2$ tworzą ze sobą przekładnię pasową zębatą. W wariantcie zamiany koła pasowego $\underline{3}$ na zębate koło łańcuchowe a pasków zębatych $\underline{P}_1$ i $\underline{P}_2$ na łańcuchy otrzymujemy przekładnię łańcuchową.

Zaletą wynalazku jest wyeliminowanie możliwości zaistnienia awarii kolimatora wiązki promieniowania jonizującego podczas terapii, co

jest szczególnie istotne z uwagi na szkodliwość nieprzewidzianych dawek promieniowania jonizującego dla pacjenta.

RZECZNIK/PATENTOWY
Danuta Jankowska
mgr inż. Danuta Jankowska