Akceptuję
W ramach naszej witryny stosujemy pliki cookies w celu świadczenia państwu usług na najwyższym poziomie, w tym w sposób dostosowany do indywidualnych potrzeb. Korzystanie z witryny bez zmiany ustawień dotyczących cookies oznacza, że będą one zamieszczone w Państwa urządzeniu końcowym. Możecie Państwo dokonać w każdym czasie zmiany ustawień dotyczących cookies. Więcej szczegółów w naszej Polityce Prywatności

Struktury liniowe wysokich częstotliwości do przyspieszania elektronów

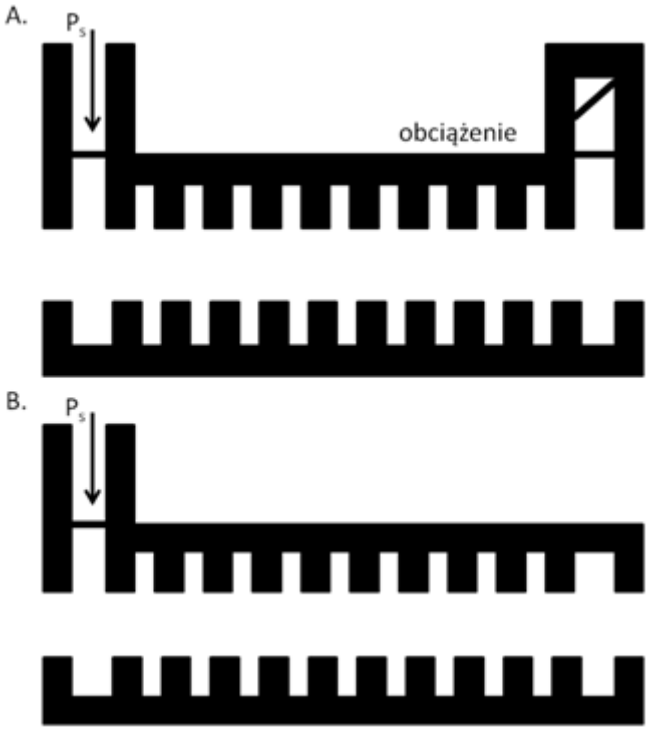
Elektrony są cząstkami lekkimi, dlatego po przekroczeniu energii 1 MeV stają cząstkami relatywistycznymi (dla 5 MeV prędkość ich różni się jedynie o 0,5% prędkości światła!). Elektrony bardzo szybko uzyskują wysokie energie dlatego przy dalszych ich przyśpieszeniach zmiany uzyskiwanej energii są niewielkie. Własności te wyjaśniają dlaczego tak łatwo przyśpieszać elektrony polem elektrycznym o wielkiej częstości, czyli krótszymi długościami fal.

Rezonatory i fale [1, 2]

Do przyśpieszania elektronów wykorzystuje się nieskomplikowany układ rezonatorów cylindrycznych

tworzących falowód. Elektrony przesuwają się w rezonatorze z prędkością fali bieżącej. Falowód do wytwarzania tego rodzaju fal zakończony jest najczęściej oporem falowym, pochłaniającym energię rozchodzącej się fali. W falowodach (dla idealnie gładkich ścian) prędkość fazowa jest większa od prędkości cząstki, gdyż zakłada się, że jest większa od prędkości światła. Prędkość fali można regulować za pomocą przesłon, jednak warunkiem sprawności układu jest poruszanie się elektronów synchronicznie z falą.

W układach tego typu osiąga się gradienty liniowe mogą sięgać nawet 100 MeVm-1. Na schemacie (Rys. 1) przedstawiono akcelerator z falowodem zasilanym jednopunktowo z generatora mikrofalowego energią w.cz. dla różnych fal.

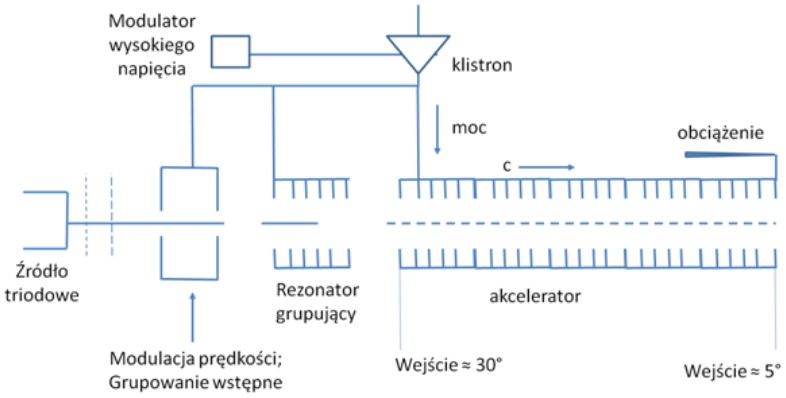


Rys. 1 Układy akceleratorów liniowych w.cz.: A. z falą bieżącą; B. z falą stojącą; Ps – moc w.cz.

Akcelerator elektronowy wysokiej częstotliwości [1, 2, 3]

Wiązka elektronów wytwarzana jest w źródle. Źródło z żarzoną katodą pracuje w układzie triodowym, zaś anoda zasilana jest napięciem stałym. Najczęściej ok. 50kV co pozwala uzyskać elektronom prędkość równą ok. 0,5 c. Źródło znajduje się w siatce źródła. Siatka ta może być naładowana ujemnie, wtedy elektrony nie przepływają lub dodatnio o amplitudzie rzędu kilkuset woltów, umożliwiającej ruch elektronów. Impulsy te mogą 1 – 10 μs sięgających nawet do 1000 impulsów na minutę.

Zasilanie każdej z sekcji akceleratora pochodzi z generatorów wyposażonych w magnetrony lub klistrony działające na paśmie częstotliwości S (1,55 – 5,2 GHz, czyli długość fali to 19,2 – 5,75 cm).



Rys. 2 Schemat podstawowy liniowego akceleratora elektronowego

Wiązka elektronów wytworzonych w źródle trafia do układu grupowania wstępnego (pojedynczy rezonator). Układ ten moduluje prędkość elektronów (elektrony wolne przyśpieszane są intensywniej, zaś te o dużej energii słabiej) w celu uzyskania kompresji wzdłużnej (pakiet elektronów o małych rozmiarach liniowych). W znanej odległości ruchu liniowego wiązki, aż 70% elektronów zgrupowanych jest w przedziale fazowym o szerokości $\Delta\phi \approx 70°$. Właściwy układ przyśpieszający jest zasilany napięciem w.cz. konieczne4 jest aby faza wiązki i napięcia były zgodne, w tym celu stosuje się układ grupujący z poprzecznym polem elektrycznym w.cz. (bramka elektroniczna). Oczywiście w nowych typach akceleratorów jest możliwe skojarzenie układu grupowania wstępnego z systemem bramkującym w postaci jednego rezonatora. Właściwy układ grupujący nadaje energię elektronom ok. 250keV (0,75c). Wiązka po dalszych kompresjach fazowych znajduje się w przedziale fazowym wynoszącym. Wiązka ta przekazywana jest do kolejnych sekcji przyśpieszających.

W akceleratorach liniowych w.cz. elektrony posiadają prędkość rzędu kilku do kilkudziesięciu MeV. Układ grupowania wstępnego i zasadniczego jest zwykle skojarzony z pierwszą sekcją przyśpieszającą. W tego typu akceleratorach stosuje się magnetrony jako źródła zasilania (ok. 2MW). Przyspieszanie odbywa się za pomocą fali stojącej. Etap pierwszej sekcji odbywa się na drodze 1 m. Od tego momentu wiązka jest całkowicie relatywistyczna (różnica w stosunku do akceleratorów jonowych w.cz.).

Autor: Katarzyna Czuba

Literatura:

1. http://physics.uwb.edu.pl/
2. www.cern.ch
3. Courier CERN 41:5

https://laboratoria.net/artykul/15473.html
Informacje dnia: Studenci opracowali system zapobiegający zaśnięciu za kierownicą Wielofunkcyjne nanocząstki do produkcji wodoru Jak wybrać bezpieczną wodę podziemną do picia Technologia spersonalizowanego wzbogacania mleka dla wcześniaków Rozwiązania Watson-Marlow wspierają proces produkcyjny Torbay Pharma Mity na temat epilepsji Studenci opracowali system zapobiegający zaśnięciu za kierownicą Wielofunkcyjne nanocząstki do produkcji wodoru Jak wybrać bezpieczną wodę podziemną do picia Technologia spersonalizowanego wzbogacania mleka dla wcześniaków Rozwiązania Watson-Marlow wspierają proces produkcyjny Torbay Pharma Mity na

temat epilepsji Studenci opracowali system zapobiegający zaśnięciu za kierownicą Wielofunkcyjne nanocząstki do produkcji wodoru Jak wybrać bezpieczną wodę podziemną do picia Technologia spersonalizowanego wzbogacania mleka dla wcześniaków Rozwiązania Watson-Marlow wspierają proces produkcyjny Torbay Pharma Mity na temat epilepsji

Partnerzy