

KEK 電子陽電子入射器における大電力高周波源の運転状況(2023年度)

○ 東福知之¹, 馬場昌夫¹, 今井康雄¹, 久積啓一¹, 明本光生², 荒川大², 片桐広明², 川村真人², 設楽哲夫², 竹中たてる², 中島啓光², 夏井拓也², 松本利広², 松下英樹², 三浦孝子², 矢野喜治², 王 盛昌², 松本修二²
 1三菱電機システムサービス(株), 2高エネルギー加速器研究機構

はじめに

KEK電子陽電子入射器は、高周波源として総数61台の大電力Sバンドクライストロンが使用されており、最大で7 GeVの電子および4 GeVの陽電子を加速する線形加速器である。2023年度中は約5,400時間の運転が行われた。本稿では2023年度のクライストロン、サイラトロン、導波管高周波窓に関する統計及び高周波源に関する不具合事例と運転維持管理について報告する。

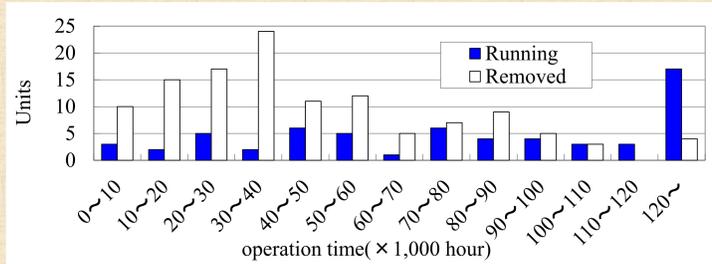
クライストロン



クライストロン仕様

周波数：2856MHz 平均パルス出力電力：41MW
 RFパルス幅：4μs 繰返し：50pps

【使用状況】



【2023年度の交換】

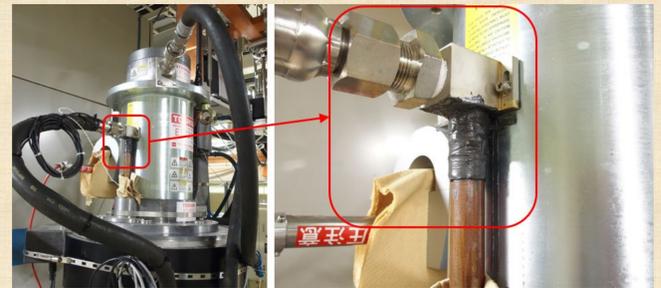
・クライストロン集束電磁石絶縁抵抗低下による交換(1台)

【年度毎の交換理由と交換台数】

年度	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	計	
アセンブリ交換数	9	9	10	8	6	6	5	7	1	13	1	4	5	3	1	3	2	4	6	4	1	6	7	1	122	
交換理由	エミッション減少	2	1	0	2	3	2	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	17
	KLY 発振等	0	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	KLY ヒーター断線	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	7
	KLY 窓リーク (撤去後確認)	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	MAG 不具合	0	2	0	3	1	2	2	1	1	9	0	1	0	1	0	0	0	4	2	1	0	0	2	1	33
	絶縁油劣化	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	PT 不具合	4	3	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	15
	その他	2	0	1	0	1	0	0	4	0	4	1	1	3	1	1	3	2	0	2	1	0	5	5	0	37

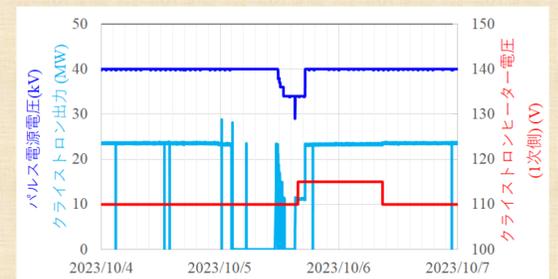
【クライストロンの不具合事例】

・クライストロン冷却水配管からの水漏れ
 - 過去に2例発生した水漏れ箇所に予防措置として金属用補修材の塗布を行なった。



・クライストロン過電流インターロックによるダウン多発

- 2023年度は2ユニットで発生した。クライストロンヒーターの設定値を変える(上げ下げ、通電停止)とダウン多発が収まった。



・KL_12ユニットの履歴。過電流インターロックが多発し、パルス電源の電圧を下げていくがダウンは収まらなかった。クライストロンヒーター電圧を上げたところ、ダウン頻度が収まった。その後元に戻しても安定運転可能であった。

サイラトロン

KEK電子陽電子入射器ではクライストロン用パルス電源のスイッチ(45kV, 4.5kA)としてサイラトロンが使用されており、全ユニットL4888B(Stellant Systems社製)を使用している。

一昨年よりCX1836A(E2V社製)を購入して試験を開始しており、運転に投入できるように準備を進めている。

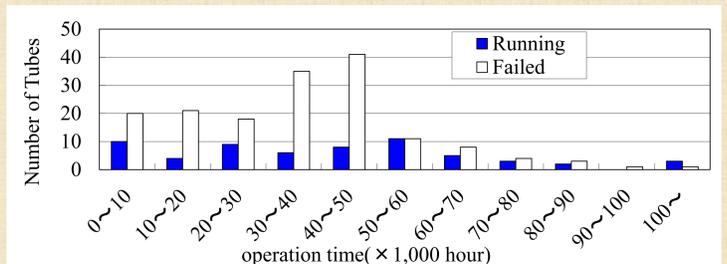
【2023年度の交換】

- KL_17 L4888B 運転時間 63 h : サイラトロン上部からの放電音及び放電光発生による交換。
- KL_15 L4888B 運転時間 15,000 h : ヒーターケーブル端子温度上昇による交換
- KL_C8 L4888B 運転時間 6,500 h : ヒーターケーブル端子温度上昇による交換
- KL_C4 L4888B 運転時間 79,000 h : サイラトロンがファイヤしない事による交換



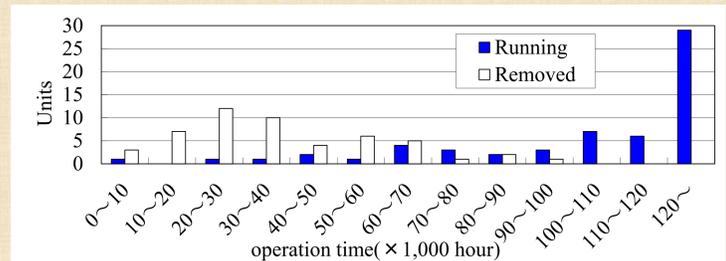
・KL_17 ユニットから撤去したサイラトロン上部放熱フィン接続部での放電痕

【使用状況】



導波管高周波窓

KEK電子陽電子入射器ではクライストロン出力部と導波管部に高周波窓を使用しており、クライストロンアセンブリに不具合が起きた場合でも加速管内を大気開放することなく交換を行なう事が可能である。



PCB含有機器調査の為、2020年の長期保守期間よりクライストロンアセンブリの撤去を行なう頻度が増えているが、導波管高周波窓のリークは発生していない。適正な運転電圧の管理ができていないからと言える。(クライストロン出力部の高周波窓についてのリークは有った)

まとめ

2023年度のクライストロンアセンブリ交換台数は1件であり、多くはなかった。クライストロンの過電流インターロック多発にはクライストロンヒーター電圧を変える事が効果的であるかもしれない事が分かった。まだ事例数は少ない為、今後も同症状には同様の対応を行ない、効果的であるか検証していきたいと思う。