

第 91 回 ERL 検討会議事メモ

日時 2015 年 9 月 29 日(火) 14:00～

場所 PF2 階会議室

出席者 (順不同、敬称略)

KEK 会場：加古永治、小林正典、中村典雄、河田洋、小林幸則、中村典雄、梅森健生、坂中章悟、本田洋介、多田野幹人、本田融、山口誠哉、加藤龍好、山本将博、山本尚人、下ヶ橋秀典、島田美帆、濁川和幸、宮島司、許斐太郎、仲井浩孝、阪井寛志、帯名崇

JAEA 会場：欠席

IMS 会場：欠席

名大会場：欠席

広大会場：栗木雅夫

SPring 会場：欠席

(各報告の資料については、ホームページを参照ください。掲載許可済みの資料を順次掲載しています。)

☆ マルチアルカリカソードの開発状況と大電流発生への検討(広島大学・栗木)

- ・ ERL の電子源としては光カソードを採用。当面は GaAs を用いるが、将来的にはマルチアルカリ(CsK₂Sb)を用いて大電流発生を目指したい。
- ・ マルチアルカリカソードは、高量子効率&長寿命が狙える。
- ・ マルチアルカリ蒸着装置にてカソードを蒸着生成し、寿命特性を評価した。
- ・ 時間経過による劣化に起因する時間寿命と、ビーム引き出しに起因する電荷密度寿命とに切り分けて評価を行った。
- ・ 1/e 時間寿命は、真空度に依存しているが、 4.0×10^{-8} Pa の真空度において 1500～5000 時間。これは実用上十分大きい値である。
- ・ 1/e 電荷密度寿命は 2000C/mm² 以上との値を得た。真空度への依存性は見えていない。これは、従来のイオン逆流の仮設とは矛盾するので、今後さらに精度をあげて検証を進める。
- ・ これらの結果から保守的な値として、0.1mm.mrad, 100mA でおよそ 3 時間以上の運転が可能と評価される。エミッタンス 10 倍または電流値 1/10 の場合は、さらに 10 倍の 30 時間以上の運転が可能となる。
- ・ 電荷密度寿命はこれよりも大きい可能性があるが、その定量的評価には、モデル依存性の検証・測定精度の向上が必要。

【質疑応答】

(Q) マルチアルカリはどのようなものか？ (A) 半導体である。

(Q) NEA か？ (A) NEA ではない。

(Q) cERL への導入については？ (A) 周辺装置を準備してから広島で蒸着を行う。それから KEK に輸送し、まずは cERL の準備容器への移設がうまくいくかどうかを調べるところから始める。

☆ 第2 電子銃開発状況と今後(山本将)

・ここ 2 年の進捗状況について報告を行った。

・まずは、NEG(9600 litter/sec, H₂)および 4K bankable cryopump(1000 litter/sec, N₂)からなる主排気系をチェンバーに接続。10⁻¹⁰Pa 台の極高真空を得られることを確認した。

・高電圧エージングを始めるも、最初は電圧あがらず。電極を取り出し、クリーニングした後、550kV に到達した。

・500kV 保持試験も実施。通算 50 時間の運転中、放電の発生無し。

・カソード準備系は PF にて構築。3つのカソードの同時活性化も実証できた。QE も良好であった。

・AR 南棟にて、カソード準備系を電子銃へ接続。ビーム診断系、ダンプラインの構築を行った。

・光陰極(Bulk GaAs)を導入して試験を行ったところ、400kV 以上での暗電流が確認された。カソード表面から出ているようである。

・今後の目標は、大電流ビームの長期的な安定供給(数~10mA の CW ビームの連続供給)。

・現在は遮蔽が足りないため 100nA に制限。電流値を増やすために、放射線遮蔽、ビームダンプ等を整備する必要あり。

【質疑応答】

(Q)最終目標は 10mA なのか？ それ以上の大電流は？ (A) 今の電源で 10mA に制限されている。電源の開発のプランはいちおう持っている。

(C) 10mA 電源をたくさん並べれば原理的には増強可能。ただし、放電リスク等を考えるとあまり望ましくない。

(C) EUV にむけての電源増強は検討している。

☆ 横型クライオスタットの 2K 冷却試験(梅森)

・クライオモジュール開発、アセンブリ技術向上を目的とした横型クライオスタットの整備を AR 東第 2 実験棟にて進めている。

- ・2014年9月に納品されたのち整備を進め、今年7月に2K冷却試験を行った。
- ・80Kまでは、液体窒素を用いて冷却。Heラインもガス循環装置を用いて予冷した。
- ・4Kへの冷却時に熱振動が発生。4K potへの液貯めに苦勞した。熱振動への応急処置を施したところ、完全では無いが改善が見られた。
- ・2Kへの減圧も順調。圧力・温度安定度も良好であった。
- ・Static lossも数W程度と思われ、概ね良好。
- ・今回の冷却試験で、液体窒素700~800 liter。液体ヘリウム2000 literを使用。
- ・熱振動対策としてバルブ位置の変更、その他センサー等の増強を行い、12月に再度2K冷却試験を予定。
- ・来年以降、大電力試験を実施すべく放射線管理室と相談しながら準備を進めている。

【質疑応答】

(Q) 作業の安全性は？ (A) コンクリートシールド上部での作業がある。階段および柵の設置準備中であり、安全を確保した上で作業ができるようにする。

(Q) 大電力試験のためのRF源およびその他の物品は？ (Q) 1×10^{10} の結合度のアンテナで測定ができるので、数100Wのアンプがあれば大電力試験ができる。また、その他、ローレベル回路等も一式確保してある。

(C) 大電力試験のためのエリアモニターなども用意しているところである。

☆ High-Qを目指した窒素ドーピングの試み(梅森)

- ・Fermilab, J-lab, Cornell大学などで行っている窒素ドーピングをKEKにおいても試みた。
- ・機械工学センターの2台の真空炉に窒素ドーピング用のシステムを構築し、導入する窒素量・時間を変えた3つの条件下での窒素ドーピングを行った。
- ・窒素ドーピング後は、電解研磨にて空洞表面を研磨し、縦測定にて性能評価を行った。
- ・海外研究所で得られているようなHigh-Qはえられず、むしろ窒素ドーピング前よりQ値が劣化してしまった。
- ・Quench fieldは、窒素ドーピングの特徴を良く再現し、ドーピングするとquench fieldが下がり、電解研磨量に応じて回復していく様子が見られた。
- ・ニオブ表面が正しく窒素ドーピングされていない可能性も残るが、縦測定クライオスタットの外部磁場が影響している可能性が高いと考えている。(窒素ドーピングの空洞は、外部磁場への感度が高いという実験データがある)
- ・ニオブの表面分析。磁場環境の良い海外研究所での縦測定。KEKの縦測定エリアの改善などを今後進めていく予定。

【質疑応答】

(Q) 窒素ドープの配管・ポンベなどの清浄度が不十分で水分がかなり真空炉の中に入ってしまっていて、ニオブ表面に影響しているのでは？ (A) ポンベは G1 の窒素ポンベを使用。配管はベーキングしていない。

(Q) 水の分圧は管理しているのか？ (A) Q-mass のデータは残っているが、まだきちんとデータを見ていない。

(Q) Diffusion pump と cryopump による違いは？ (A) 海外の研究所の真空炉は cryopump を使用。2 桁真空度が良い。また、diffusion pump にはコールドトラップがついているが、オイルの影響も無いとは言えない。

(Q) Fermilab, J-lab, Cornell などでの窒素ドープ時の分圧のデータはあるのか？ (A) (すぐにはデータが出てこないが)持っているはずである。

(Q) ドープ前の表面処理の状況に依存するのか？ (A) 基本的には、依存しない。

☆ ERL 計画推進室報告(河田)

・SRF2015 に参加。参加者約 350 名。重イオン加速器としての超伝導加速空洞開発が活発な印象。EURO-FEL や LCLS-II の報告もあった。全体のトレンドとして、高加速勾配の開発から High-Q の開発へシフトしつつある。

・2007 年度より超伝導空洞開発でご尽力いただいた篠江憲治さんが、9 月 16 日にご逝去されました。謹んでご冥福をお祈りいたします。

次回 ERL 検討会 11 月 4 日(水) 14:00～