

高いことがわかる。但し後者はまだプロセッシングが進行中である可能性があり、この後更に電流値は下がり、T18に近づく可能性があると考えている。

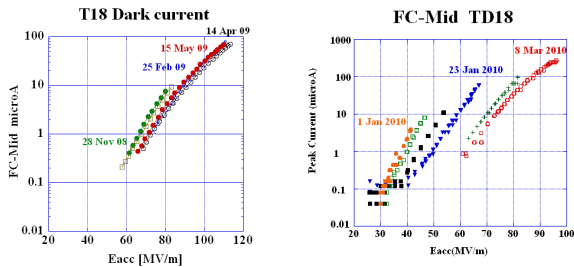


図8：暗電流比較：左図はT18、右図はTD18、両者パルス内のピーク電流値を表示

4.4 真空圧力上昇

TD18 加速管では真空圧力の挙動が T18 と顕著に異なっていることがわかった[11]。数 MW から 10MW あたりで真空圧力が悪化する。この現象は、正規のパワーレベルで長期に運転していてパワーを下げた時にも現れ、また数時間以上運転しないとその後パワーを投入する時にも起こる。発生するパワーゾーンには再現性があるので、マルチパクタリングではないかと考えている。TD18 にはダンピングポートがあり、加速モードの電磁場は半径方向に進むに従い指数関数的に下がる訳だが、低い電場に起因していることが考えられ、マルチパクター発生条件を評価してみるべきである。

5. 議論

ダンピング無しの加速管 (T18) と同様の作り方、試験方法で、強減衰を実現するダンピング有りの加速管 (TD18) を製作し、高電界試験を行った。T18 に比較して、

1. 初期プロセッシングに時間がかかったこと、
2. 2000~3000 時間で到達した放電頻度は 1 桁程度高いこと、
3. 放電頻度が減少する時間は現実ではない程長いこと、
4. 暗電流が多いこと、
5. 低パワーレベルでのマルチパクタリングを想定される真空悪化を生じる、

等の差異が観測された。

現在放電の原因を追及すべく放電時の波形解析改良を進めている。また、パルス長依存性のみでなく、ダブルパルス波形にして放電頻度や放電時間等の比較を通じて放電の特徴をつかむことを狙っている。例えば、放電により透過波の欠けが生ずるが、このタイミングを計ると放電場所が電界に曝されていた時間がわかるが、パルスの末尾に近づくに従って放電が多くなるように見える。しかし放電頻度のパルス幅依存性が 5~6 乗になるとしたときのパルス内放電時刻の分布として想定される末尾での放電頻度が大きい事と比べると、パルス内中央付近の放電頻度はかなり大きい[11]。この状況は狭導波管での高

電界試験にも見られる[12]。

T18 はセル内全てをダイヤモンド超精密旋盤加工で製作してあるが、TD18 はミリング部分がかかりのエリアを締め、高電界がかかる近傍まで存在する。しかし今回の製作では、エッチング条件を超精密ダイヤモンド旋盤加工の場合と同じにして進めてしまったことが、放電頻度や暗電流の多さにつながっている可能性があるため、今後エッチング条件を改善した実験を進めるべきと考えている。また、ダンピング導波管を挿入したために生じていると思われる真空悪化等に関連しているとか、パルス内温度上昇が大きいことに関連して放電頻度が高いことも考えられるので、原因を追及するためにパラメータを変更してパルス内温度上昇を抑えた加速管の試験を行うべきである。現在後者に関するパラメータ変更をした 24 セル加速管、T24 及び TD24 を SLAC で製作中であり、今年度内の試験を計画している。

謝辞

一連の加速管高電界試験は、CERN との共同研究のもとに進められています。J-P. Delahaye 氏を始め CLIC の方々には加速管の基礎設計や各種の議論、また解析等に尽力頂いており、感謝致します。また、同じ共同研究体制をとって、特に加速管製作と試験両面から KEK と相補的に試験を進めている SLAC の関係する方々の多大な努力が無ければこの試験事態が有意義なデータを取り出すことができず、S. Tantawi 氏以下 SLAC の方々には多大な貢献を頂いており、ここに大いに感謝の意を表します。最後に、ITRP 以降も高電界加速に関係して本稿につながる研究をサポートして頂いている KEK 首脳部に感謝致します。

参考文献

- [1] J.-P. Delahaye, "Towards CLIC Feasibility", FRXCMH01, IPAC10, Kyoto, May 2010.
- [2] C. Adolphsen et al., "Results from the CLIC X-Band Structure Test Program at NLCTA", PAC09, Vancouver, 2009 and SLAC-PUB-13697, 2009.
- [3] T. Higo, et al., "ADVANCES IN X-BAND TW ACCELERATOR STRUCTURES OPERATING IN THE 100 MV/m REGIME", THPEA013, IPAC10, Kyoto, May 2010.
- [4] S. Matsumoto et al., "THE STATUS OF Nextef; THE X-BAND TEST FACILITY IN KEK", THP053, LINAC08, Victoria, Canada, 2008.
- [5] T. Higo, et al., "STUDY OF 100MV/M ON X-BAND ACCELERATOR STRUCTURE", FPACA24, 第6回日本加速器学会, 東海, 2009
- [6] T. Higo, et al., "STATUS AND PERSPECTIVE OF X-BAND ACCELERATION RESEARCH AT KEK, WOOPF01, 第6回日本加速器学会, 東海, 2009
- [7] A. Grudiev, "Update on structure optimization procedure, input and results. CLIC reference structure", 2nd collaboration meeting on X-band structure, KEK, May 2008.
- [8] J. Wang, et al., "FABRICATION TECHNOLOGIES OF THE HIGH GRADIENT ACCELERATOR STRUCTURES AT 100MV/m RANGE", THPEA064, IPAC10, Kyoto,

May 2010.

- [9] T. Higo et al., “Normal Conducting High-Gradient Studied at KEK”, TPH038, LINAC06, Knoxville, USA, 2006.
- [10] F. Wang and C. Adolphsen, “TD18 High Power Test Results”, 4th Annual X-band Structure Collaboration Meeting, CERN, May 2010, <http://indico.cern.ch/conferenceDisplay.py?confId=75374>
- [11] T. Higo, et al., “VARIOUS OBSERVABLES OF TW ACCELERATOR STRUCTURES OPERATING IN 100MV/m OR HIGHER AT X-BAND FACILITY, NEXTEF OF KEK”, THPEA012, IPAC10, Kyoto, May 2010.
- [12] S. Matsumoto et al., “Study of RF breakdowns in X-band High Field Regime”, FPACA26, 第6回日本加速器学会, 東海, 2009