

チタン材料の光刺激ガス脱離の研究

利用者：高エネルギー加速器研究機構 山本将博，宮島 司，本田洋介，内山隆司，小林正典
 研究支援者：山口大学 栗巢普揮，木村隆幸

【研究目的】

世界各国で、次世代放射光源用加速器として、超伝導加速器をベースとしたエネルギー回収型ライナック（ERL）の開発が競って行われている。開発成否の鍵となっているのは、高輝度で大電流を供給できる電子銃（図1）の開発である。電子銃には極高真空（ 10^{-10} Pa程度）の安定維持が欠かせない。現在、高エネルギー加速器研究機構（KEK）で開発を進めている500 kV電子銃は、山口大学の研究成果を参考に、ガス放出速度の低いチタン製の電子銃真空容器を採用した。この容器内部では、カソード励起光の一部が散乱するため、真空容器材料は光照射による放出ガスが少ないことが求められる。そこで本研究では、種々の表面処理したチタン材料について光照射下でのガス脱離特性を調べた。

【成果】

表1に未処理試料の光刺激ガス脱離量との相対比較の結果を示す。バフ研磨処理したチタンの光刺激ガス脱離量は未処理試料と同等であった。一方、精密化学研磨処理したチタンの光刺激ガス脱離量は、全てのガス種において、未処理試料よりも1/10～1/2に低減されていた。これは、精密化学研磨処理を施すことで、吸着サイト（主に化学吸着サイト）となる表面の凹凸が低減できたことによると考えられる。また、励起光の光波長（530 nm）の光照射では、光刺激ガス脱離量が非常に少ないこともわかった。

本支援もあって、試作した電子銃は、 4×10^{-10} Paの極高真空と加速電圧500 kVの安定維持を実現できたことが確認され、世界に先駆けて500 keV大電流ビームの生成に成功した（図2）。チタン材料の導入で要であった電子銃開発に目途が立ったことで、エネルギー回収型放射光源をはじめ世界的プロジェクトである直線衝突型線形加速器（国際リニアコライダー）など次世代の大強度加速器の実現可能性が高まった。

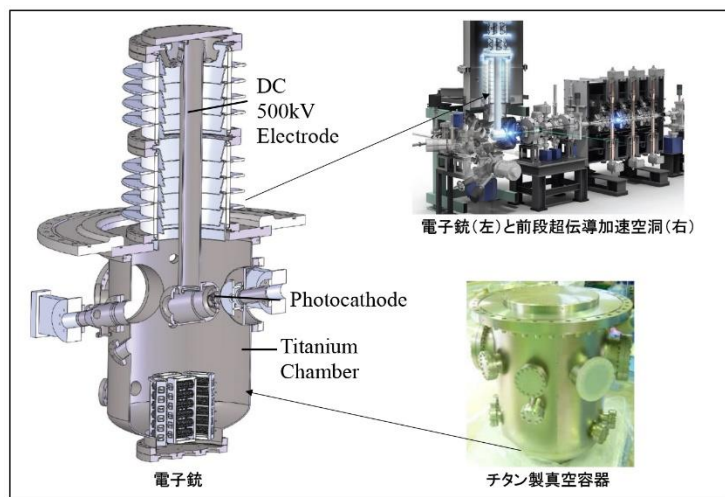


図1 極高真空チタン製電子銃

表1 種々の表面処理したチタン材の真空ベーキング後光刺激脱離量の相対比較

	未処理	バフ研磨	精密化学研磨
H ₂	1	2	0.25
H ₂ O	1	1	0.13
CO	1	1	0.5
CO ₂	1	0.7	0.5

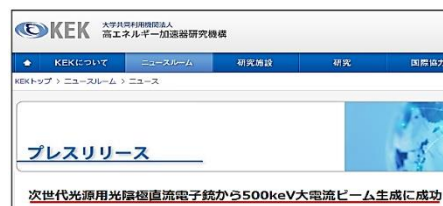


図2 KEKのプレスリリース

【支援実施機関からのコメント】

極限に近い高度な真空状態を安定保持できる技術が不可欠な電子銃開発において、山口大学の研究成果をもとに電子銃容器にチタン材料を採用したことが、世界トップ性能の電子銃開発の成功に繋がった。カソード励起光による刺激で脱離ガスが発生し真空が悪化する懸念は、本支援において山口大学が超高真空昇温脱離ガス分析装置に本件専用に改造を施して極微量な脱離ガスの定量測定を行った結果、チタン材表面に適切な精密化学研磨を行えば問題にはならないことが明らかになった。

【参考文献等】

[1] 山本 将博，宮島 司，内山 隆司，小林 正典：「ナノテクノロジーEXPRESS」＜第35回＞，
 NanotechJapan Bulletin Vol. 7, No. 6, 2014.