加速器用ビームダクトへの TiN コーティング

TiN Coating on Beam Pipes for Accelerators

高エネ研[1]，総研大[2]　○柴田 恭[1,2]，末次 祐介[1,2]，石橋 拓弥[1,2]，白井 満[1]，
照井 真司[1]，金澤 健一[1,2]，久松 広美[1]

KEK[1], SOKENDAI[2], ○Kyo Shibata[1,2], Yusuke Suetsugu[1,2], Takuya Ishibashi[1,2], Mitsuru Shirai[1],
Shinji Terui[1], Ken-Ichi Kanazawa[1,2], Hiromi Hisamatsu[1]

E-mail: kyo.shibata@kek.jp

近年及び将来の陽子/陽電子リング型加速器では，ビームダクト内壁から放出される二次電子がビーム軌道付近に形成する「電子雲」によるビームの質の劣化（電子雲効果（Electron Cloud Effect, ECE））の抑制が重要な課題となっている．この電子雲の生成を抑えるためには，ビームダクト内表面の二次電子放出率（Secondary Electron Yield, SEY）を小さくすることが効果的である．窒化チタン（TiN）は SEY が小さく，ビームダクト内表面への TiN コーティングが ECE 抑制に有効であることが，KEKB B ファクトリー（KEKB．1998 年から 2010 年まで稼動していた KEK の電子・陽電子衝突型加速器）などにおける試験で確認されている．KEKB の後継機である SuperKEKB では ECE 対策は必須であり，周長約 3 km の陽電子リング（LER）と，陽電子入射システムに新設される周長約 135 m のダンピングリング（DR）のビームダクトに TiN コーティングが施された．

両リング合わせて約 1100 本のビームダクトへの TiN コーティングは，KEK つくばキャンパス内に新設された TiN コーティング施設（Fig. 1）で行われた．コーティングは，ソレノイドコイル内に設置したビームダクトの中心軸上にチタン陰極を配置し，アルゴン及び窒素雰囲気中でビームダクトとの間でマグネトロン放電を起こすことで施される（DC マグネトロンスパッタリング法）．両リングで使用されるビームダクトには，曲がりのない真っ直ぐなものと，ビーム軌道に沿って曲がっているものが存在しており，コーティングにはそれぞれ縦型コーティング装置（ビームダクトを垂直に設置）と横型コーティング装置（ビームダクトを水平に設置）が用いられた．

コーティングのパラメータ等などを決めるための試験コーティングに続き，本格的なコーティング作業は 2012 年 7 月から始まった．最盛期には 10 人の作業員により 16～20 本/週のペースで作業が進められ，2015 年 3 月末までに LER のほぼ全てと DR の主なビームダクトのコーティングが終了した．その後 2016 年 2 月から 6 月にかけて行われた LER の試運転では，TiN コーティングの ECE 抑制効果が確認された．

講演ではコーティング装置や作業内容について詳しく説明する．

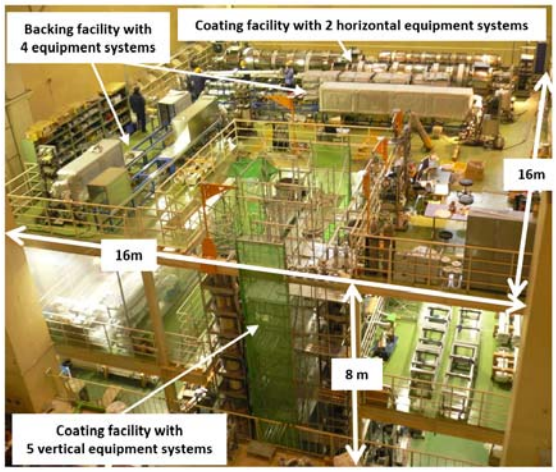

Figure 1 : Whole view of the coating facility with 5 vertical and 2 horizontal equipment systems.

© 2017年 応用物理学会