面向65K，3T应用的REBCO超导带材的探索

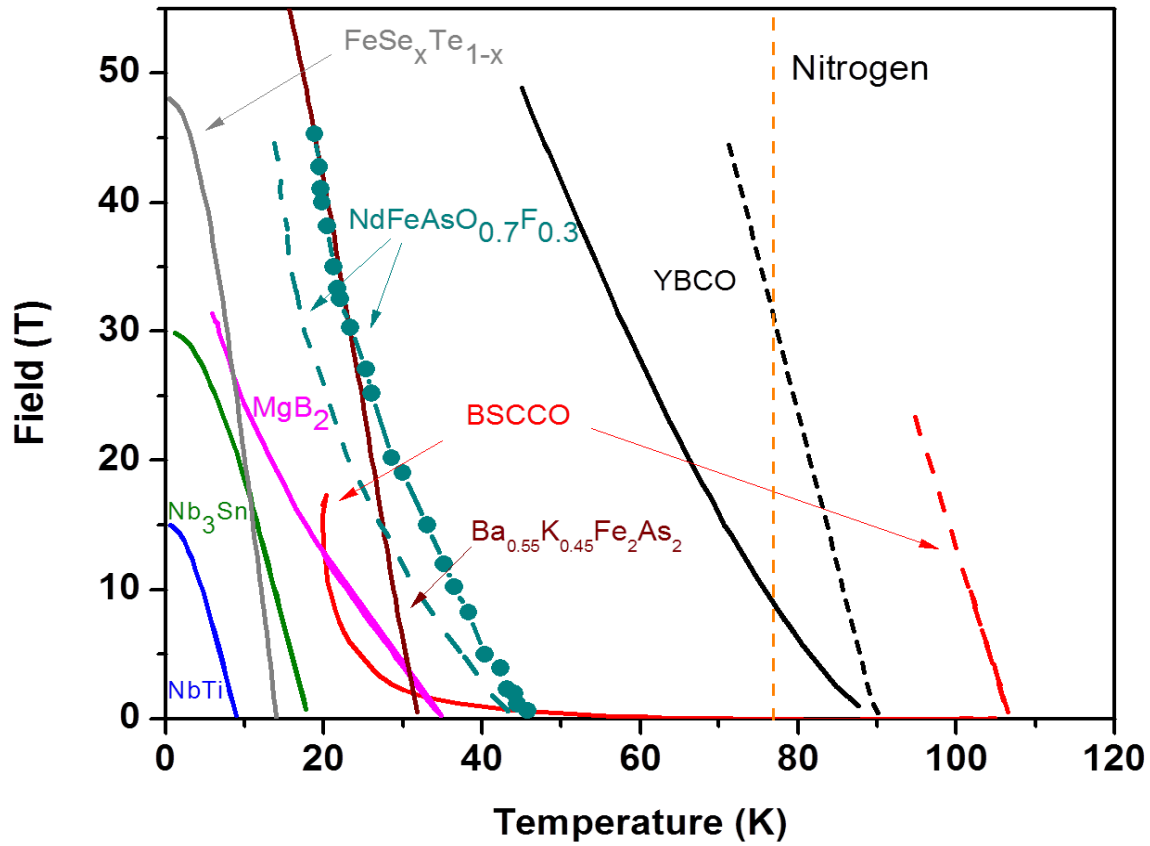
张智巍

上海交通大学

内容概述

- REBCO临近液氮温区性能
- 65K，3T潜在应用
- 国际前沿研究进展
- 研究目标
- 现有研究条件

REBCO在液氮温区中高场应用的可能性

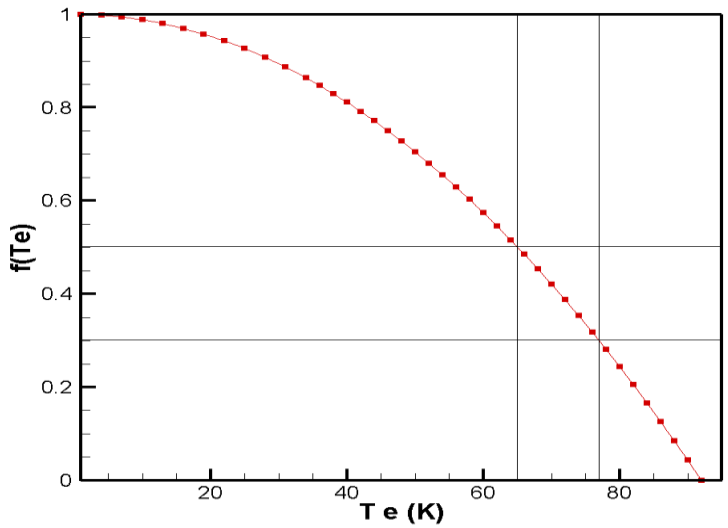


超导体	温度	不可逆场	使用磁场
NbTi	4.2K	11T	<8T
Nb_3Sn	4.2K	25T	<15T
YBCO	77K	8T	<1T
YBCO	65K	20T	?

$$J_e > 1000\ A/mm^2$$

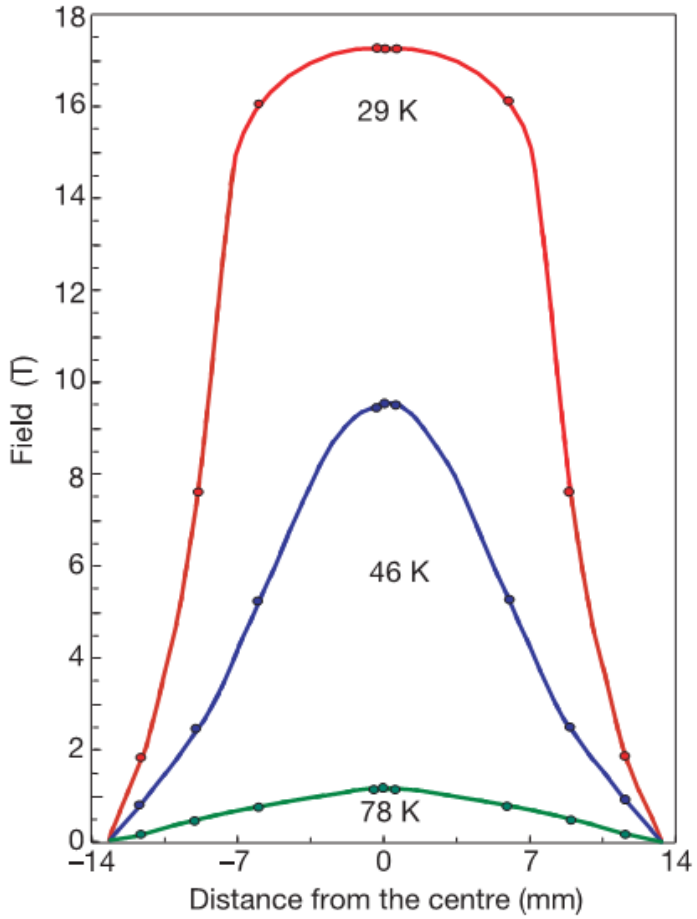
图1：超导体的不可逆场（实线）与上临界场（虚线）与温度的关系

应用实例：YBCO块体



超导电子密度：$1-(T_e/T_c)^2$

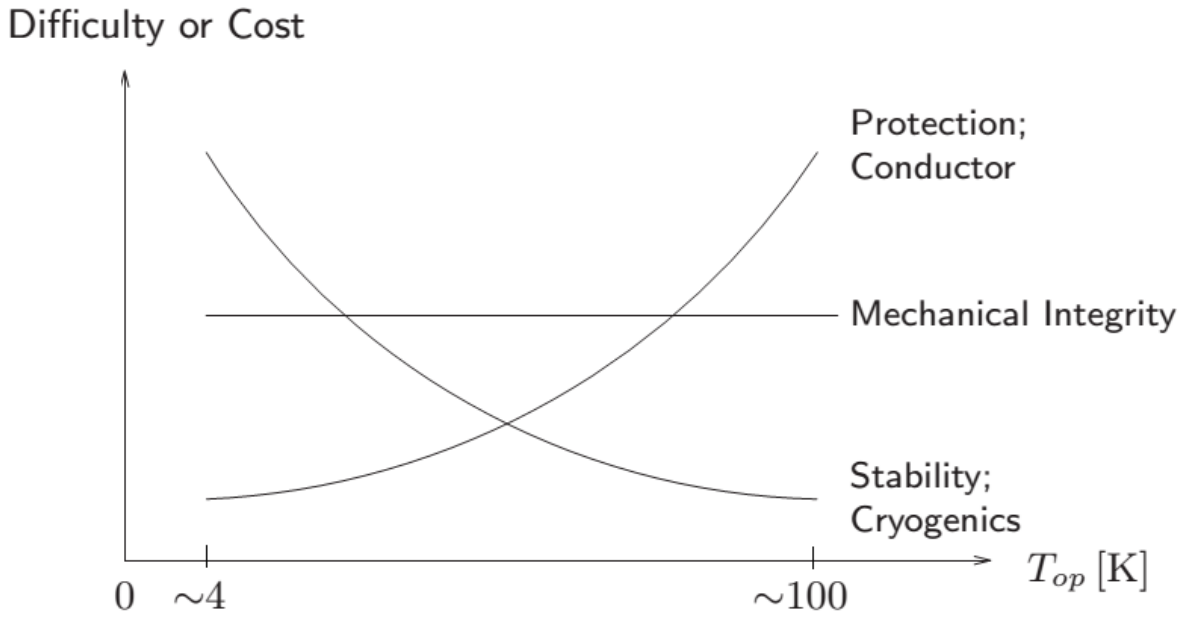
温度(K)	垂直磁场(T)	电流 (A/mm²)
78	1T	200
46K	9T	1800
29K	16T	7000

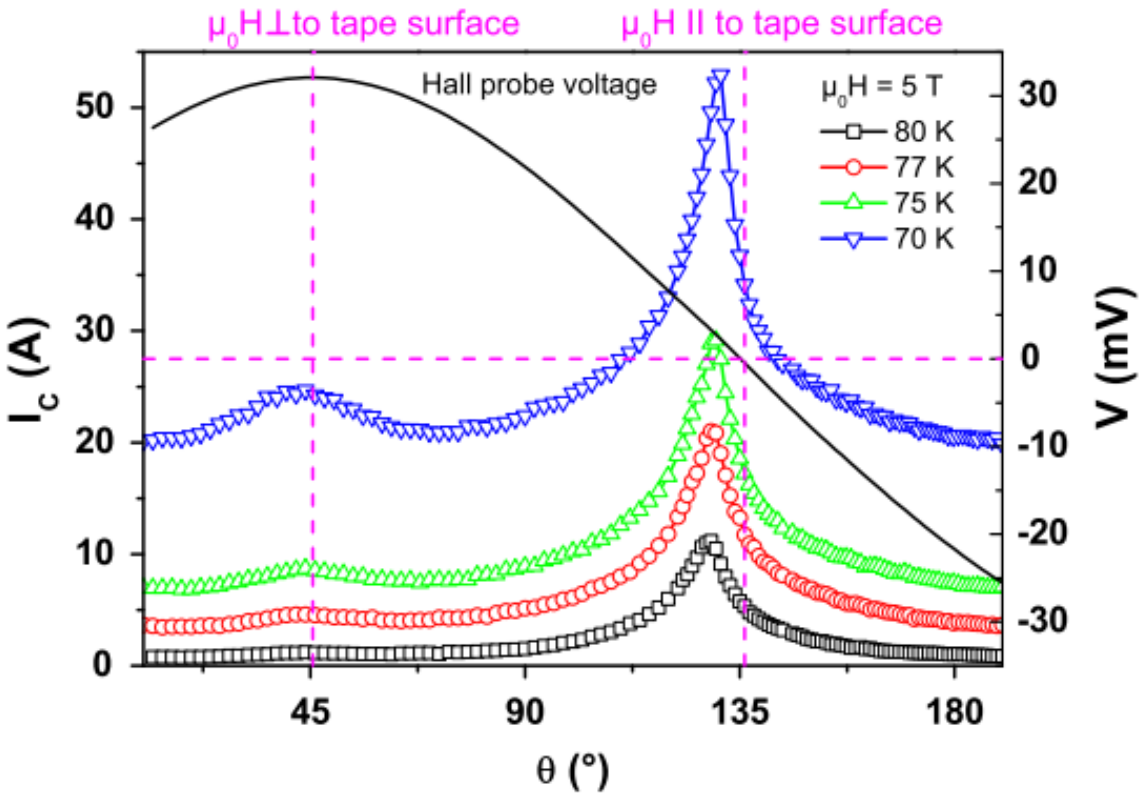


2003年日本Murakami小组测试YBCO块体在不同温度下的束缚磁场

近液氮温区中超导带材性能变化

- 制冷维持费用略微提高
- 一次性带材费用显著降低
- 前期制冷设备费用增加





5T磁场下，第二代高温超导带材在70K-80K之间的临界电流 （Webber小组）

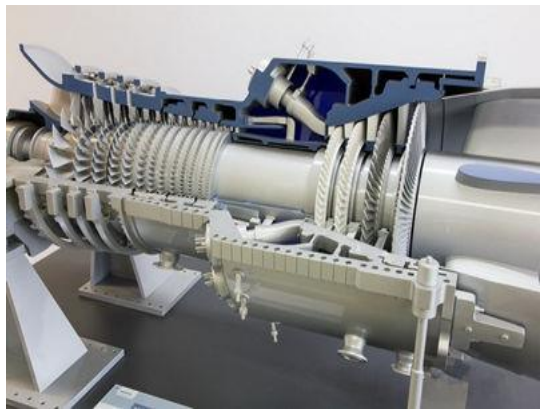
测试指标： 65K, 3T

- 固氮熔点≈63K
- 铁芯饱和磁场 ≈ 2T

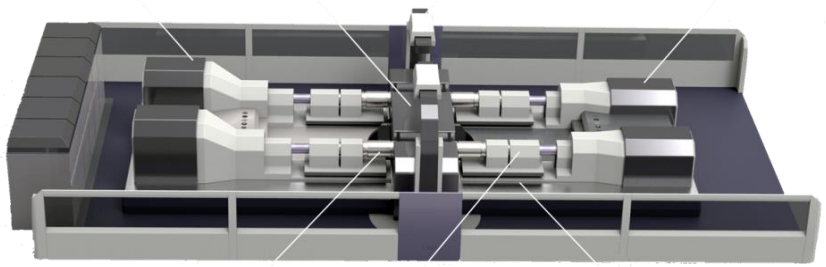
风力发电机4-5T

变压器 0.5-3T

超导储能 5-10T



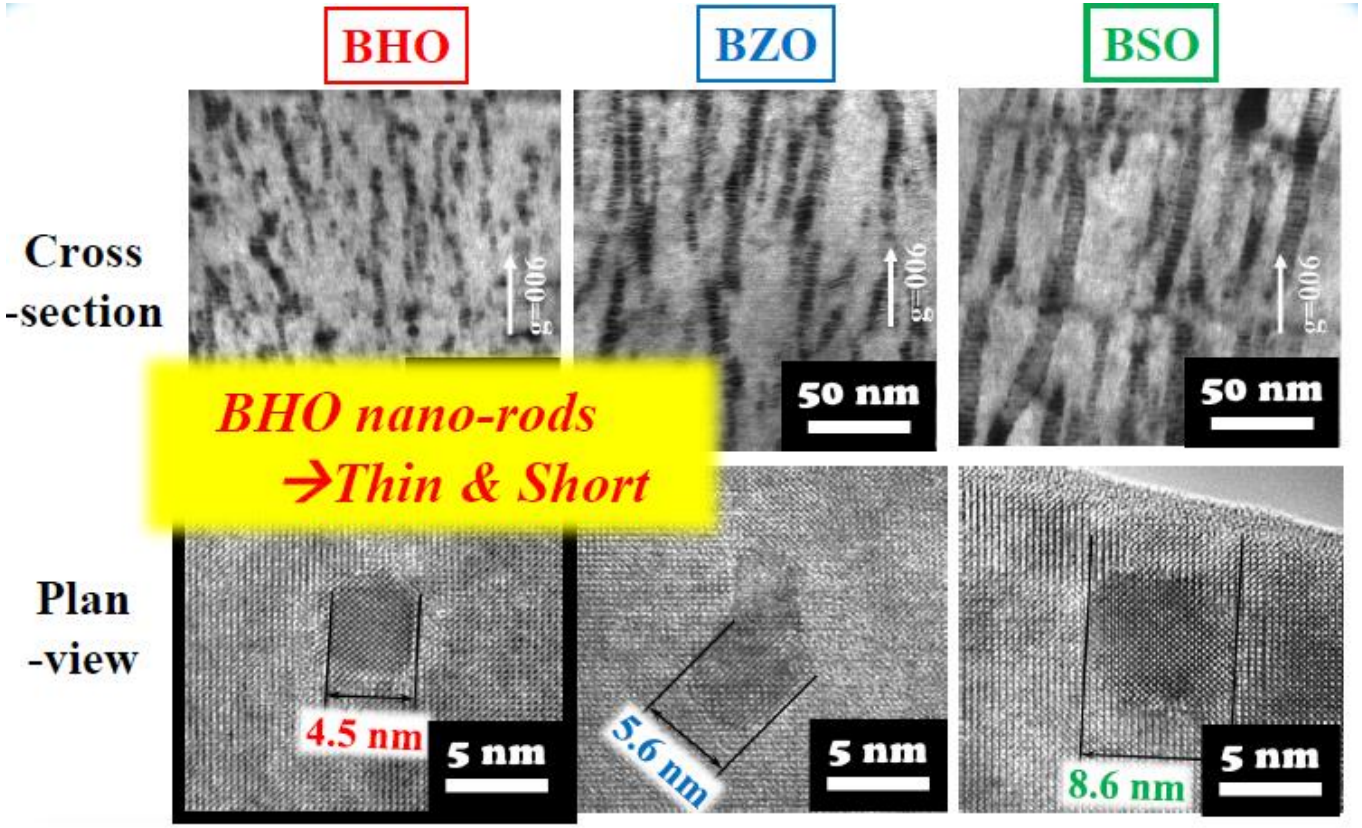
舰船电机3-5T



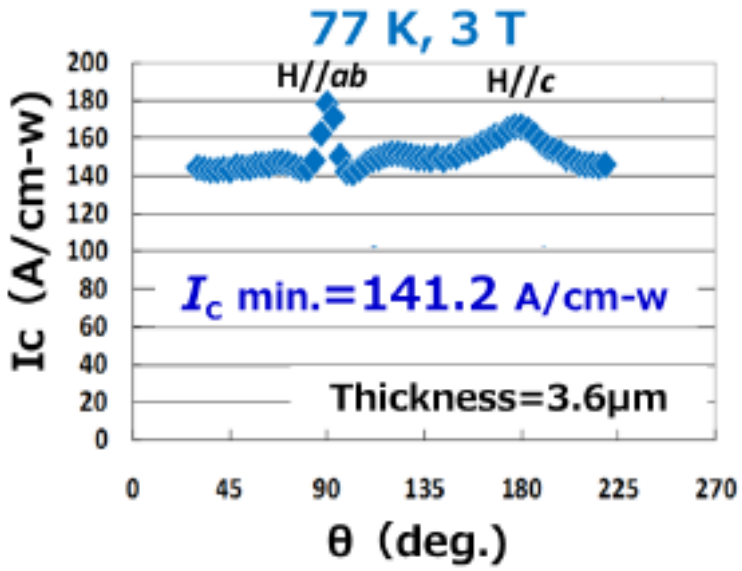
感应加热：0.8-3T

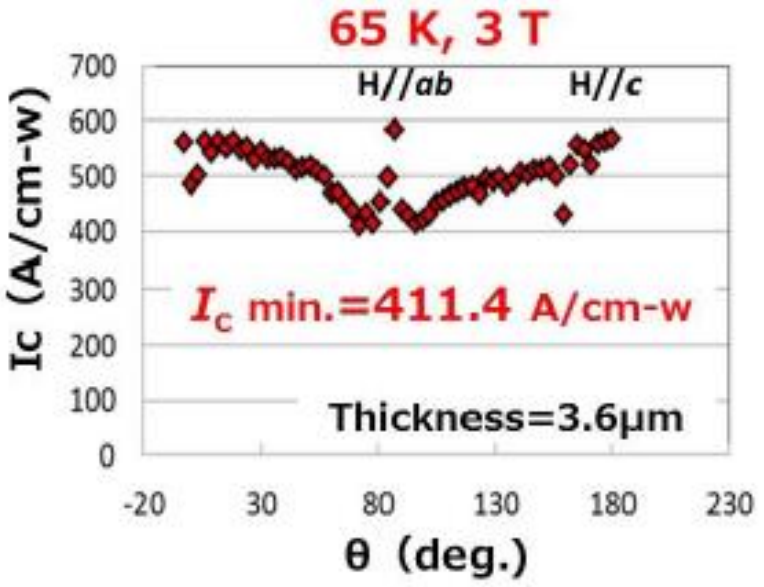
国际研究——人工钉扎

- 日本ISTEC（PLD），休斯顿大学（MOCVD）

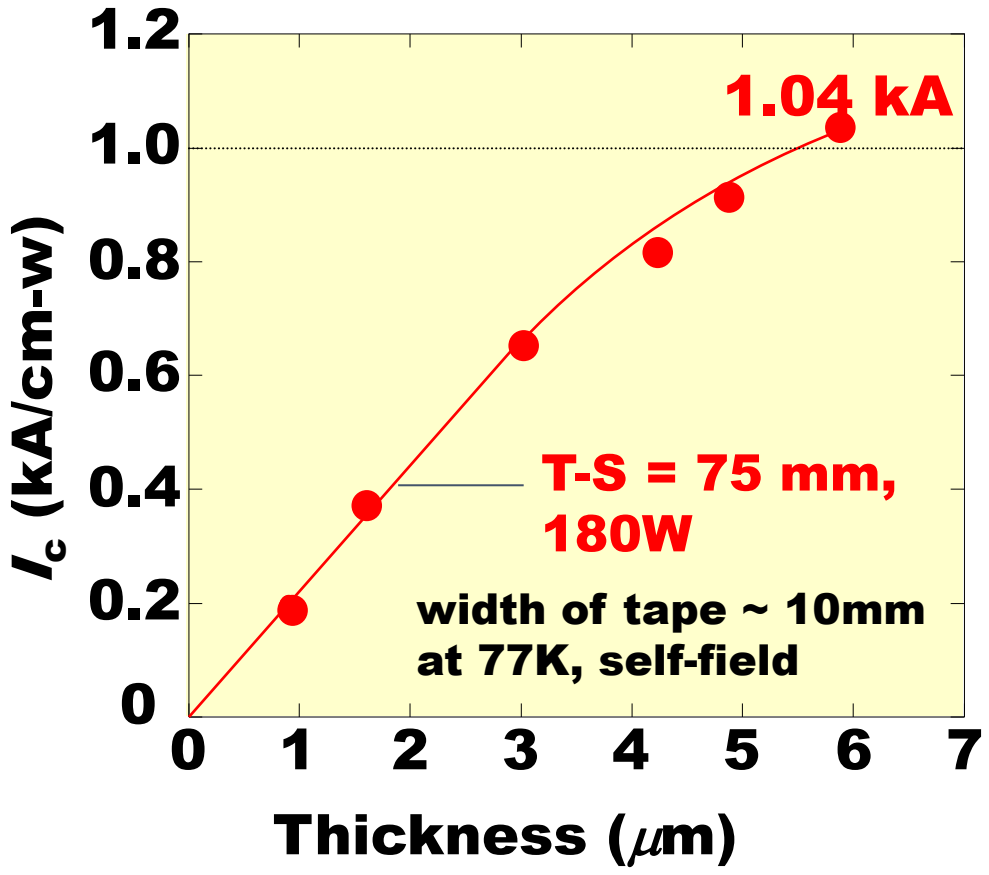


日本ISTEC研究所采用的BHO人工钉扎方法

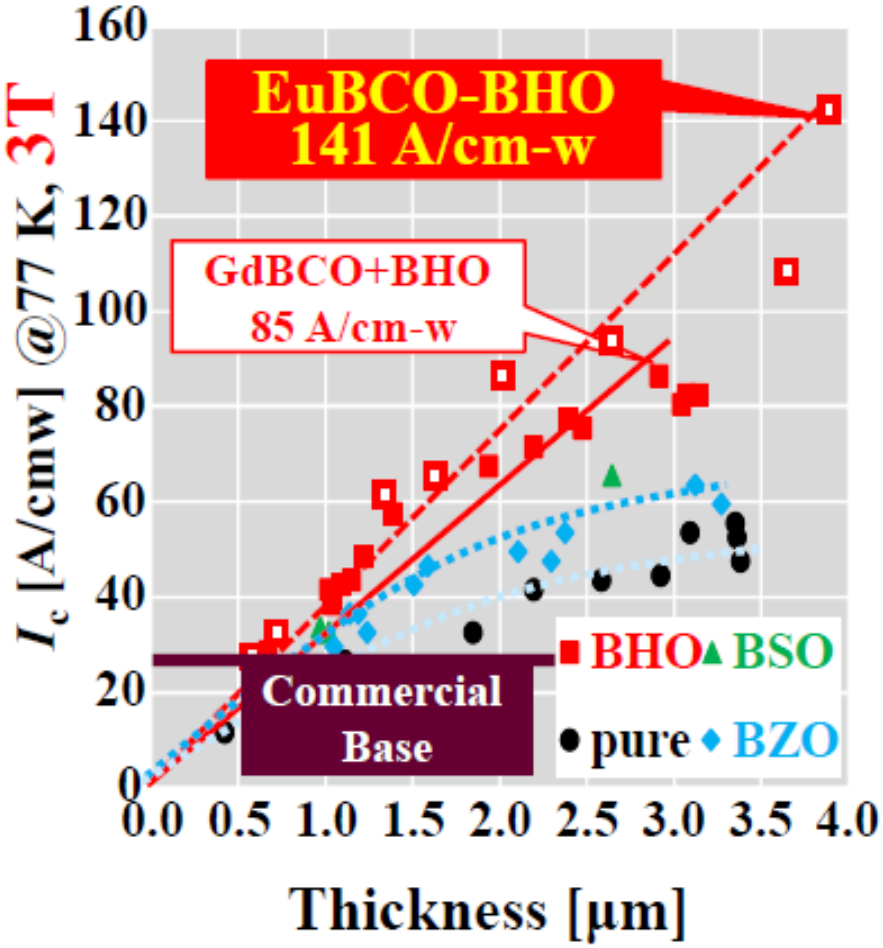




国际研究——厚度提升，Jc不变



Fujikura公司（PLD）厚膜研究结果，最高6微米



ISTEC带BHO钉扎厚膜研究结果，最高4微米

现状与研究目标

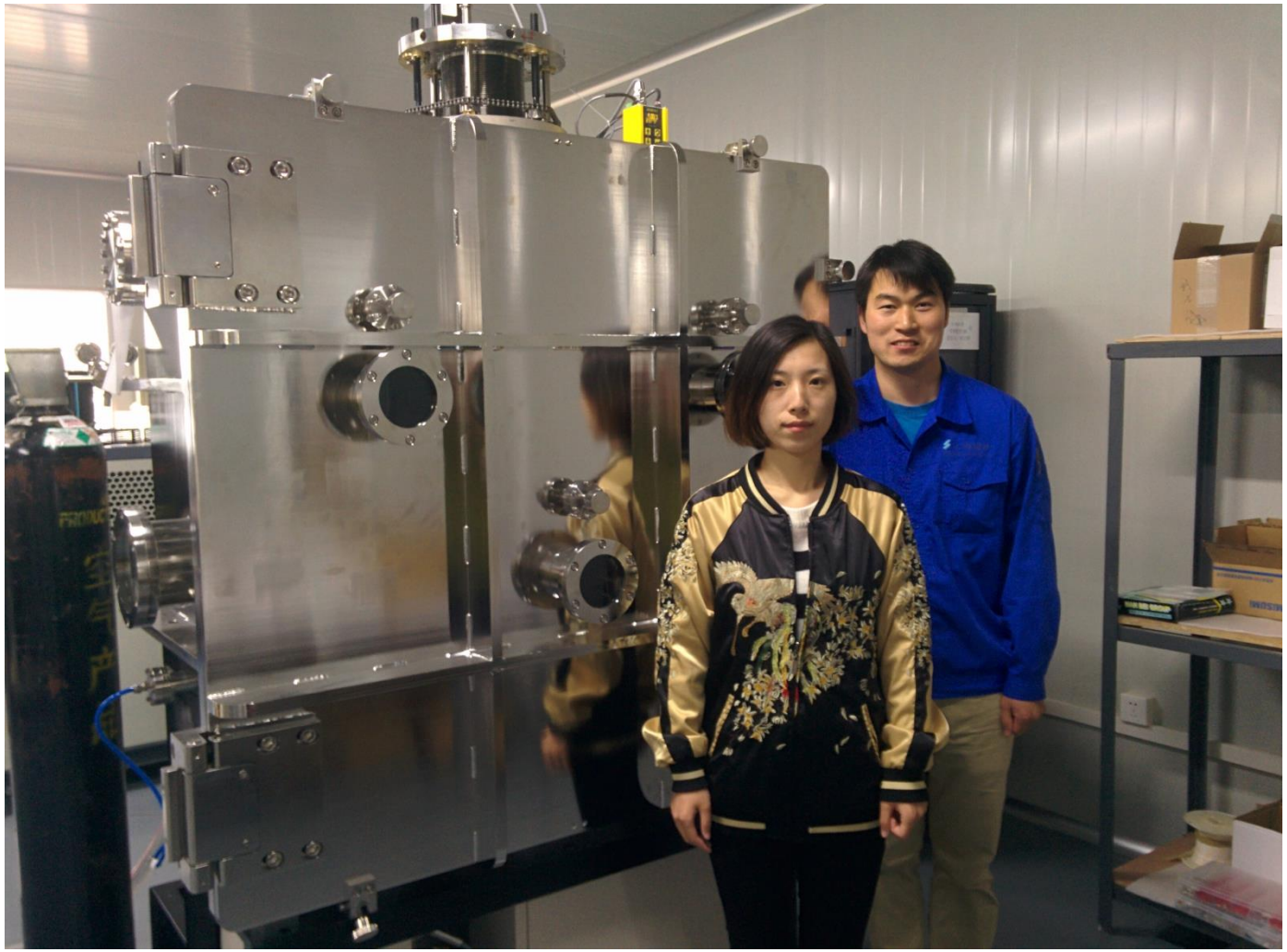
	SSTC	ISTEC
65K,3T	90A/cm-w(0.9μm)	414A/cm-w(3.6μm)

90→500 A/cm-w

- **0.9→4 μm**
- **1→1.25 MA/cm²**

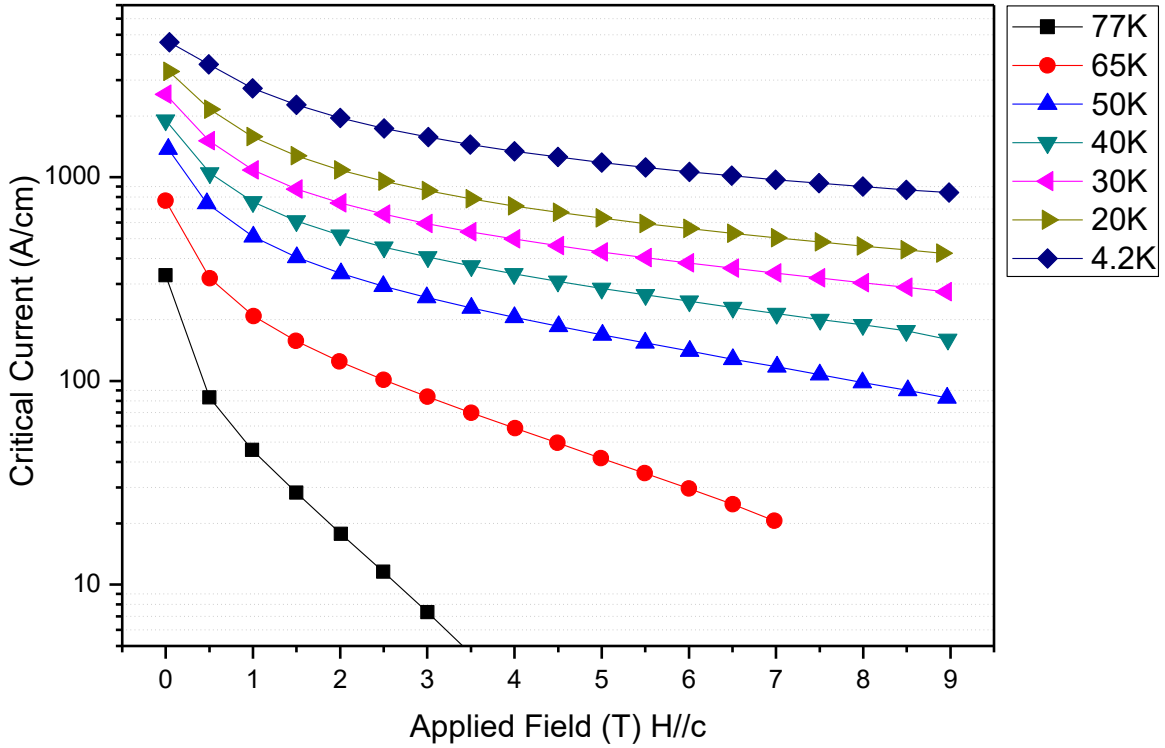
自主搭建PLD研究平台

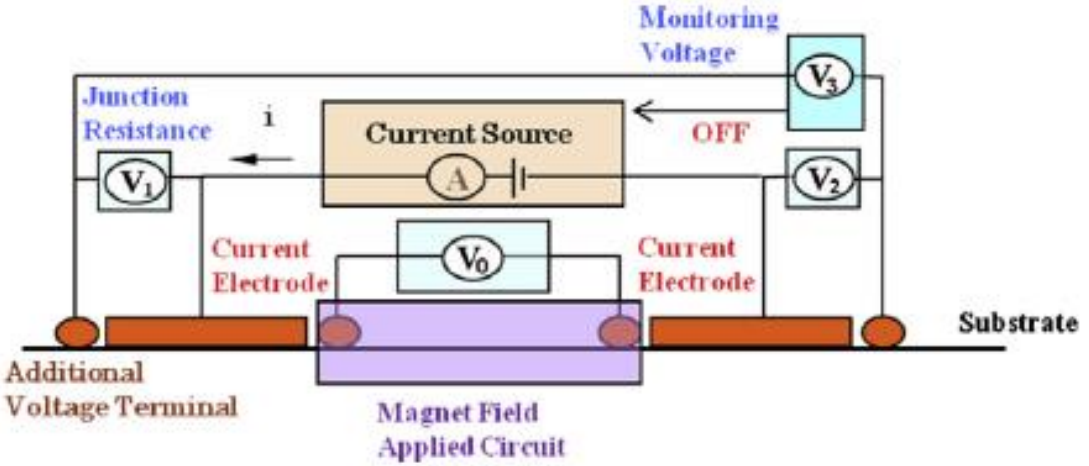
- 智能工艺测试
- 精密多温区控制
- 新型走靶设计
- 自稳定走带
- 羽辉阵列



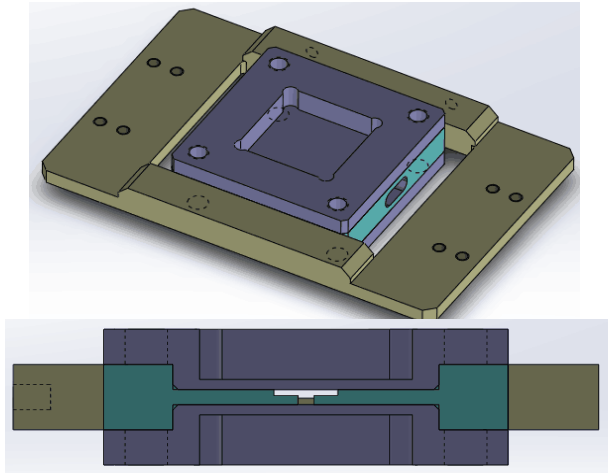
临界电流测试平台建立

- M-H loop
- 四点法（等离子所）
- 高温低场测量系统





日本ISTEC低场测试平台原理图



现有77K 永磁快速测量系统

谢谢！

希望各位专家批评指正！