

クライオ光陰極高周波電子銃開発

田中俊成、境 武志、中尾圭佐、野上杏子、稲垣 学

日本大学量子科学研究所
(工学部理工学研究所)

新富孝和

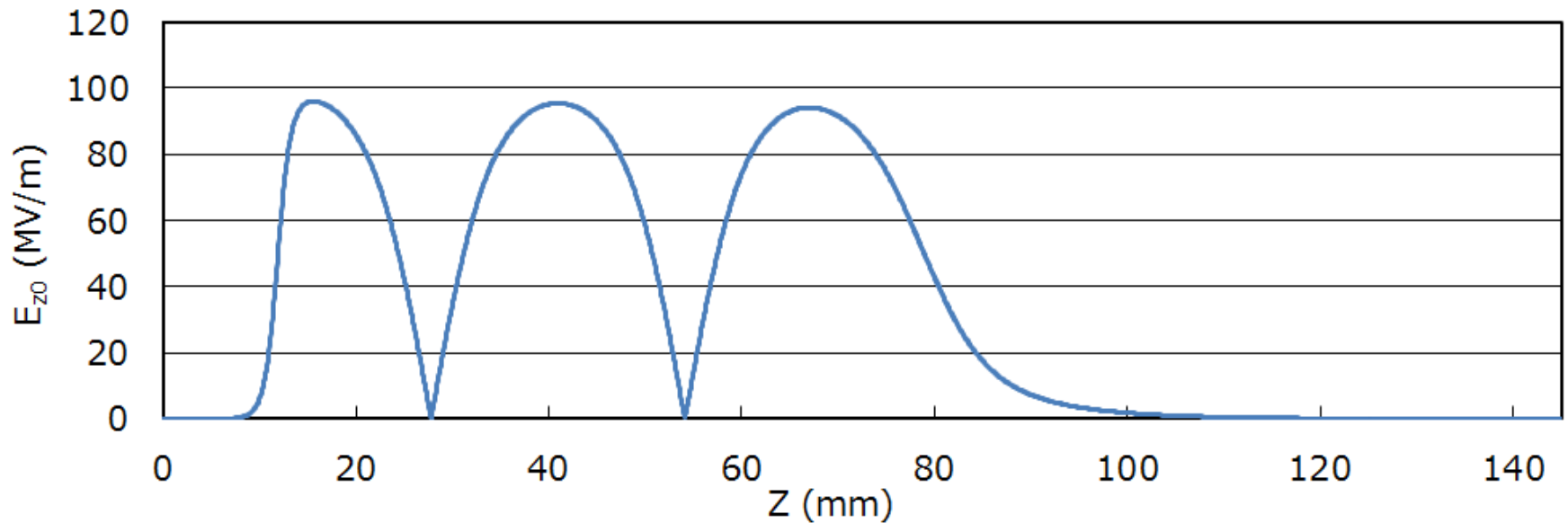
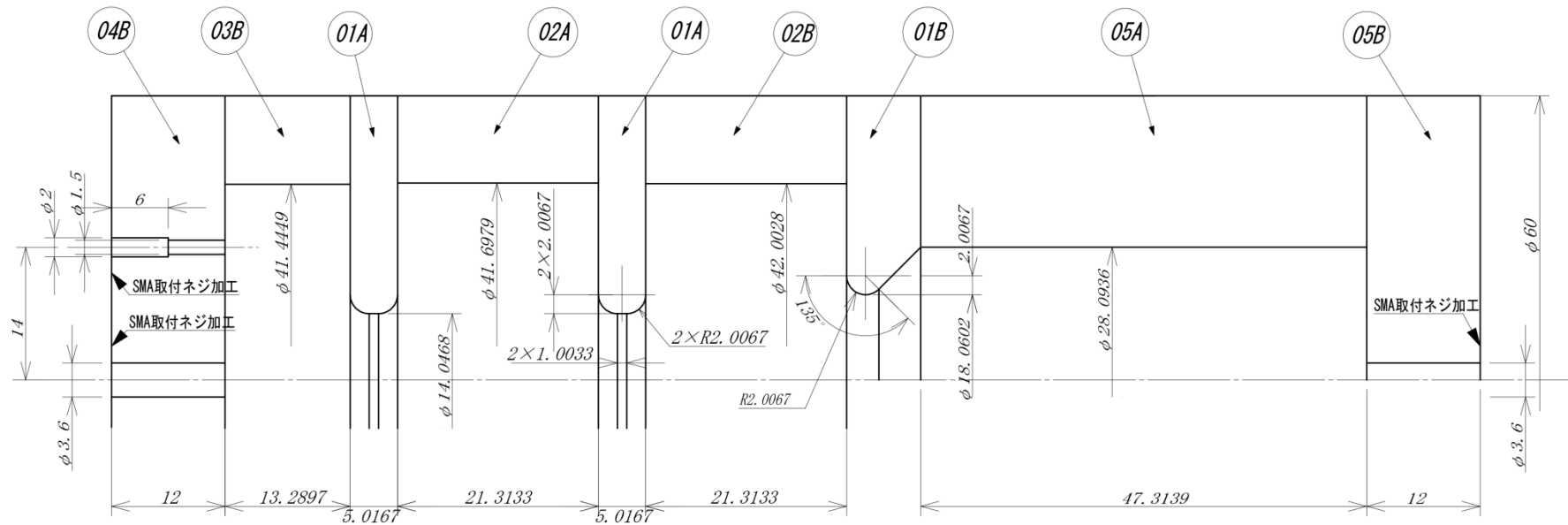
日本大学大学院総合科学研究科

20K 冷却高純度Cu(6N8)空洞による C-band 2.6-Cell Photocathode RF Gun

20K動作時の高周波電子銃の仕様

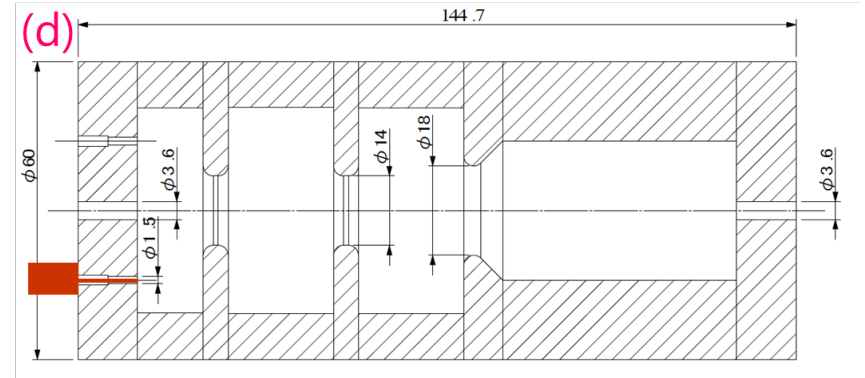
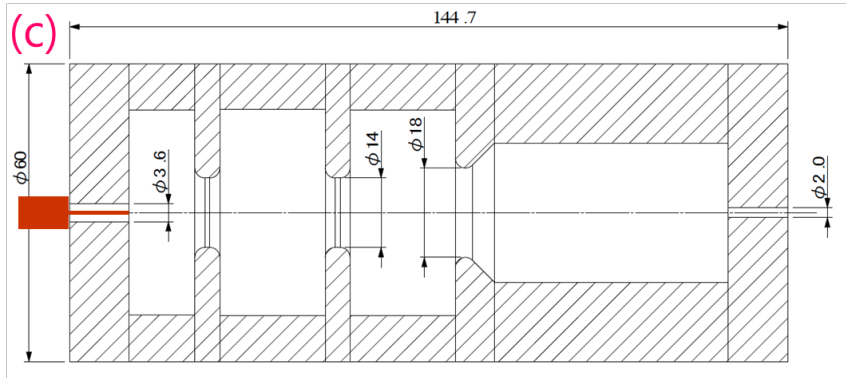
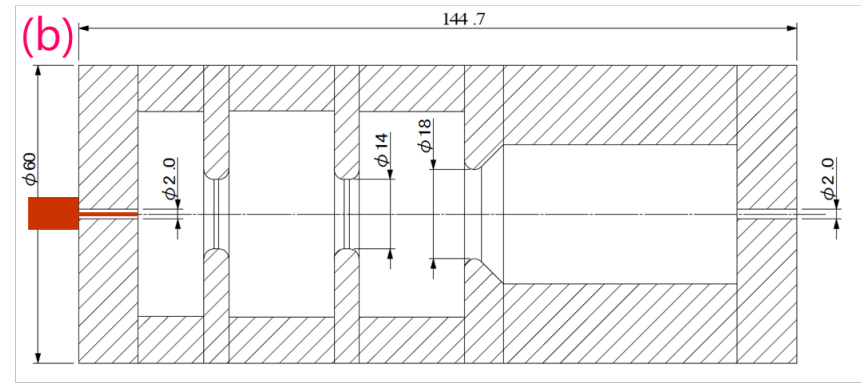
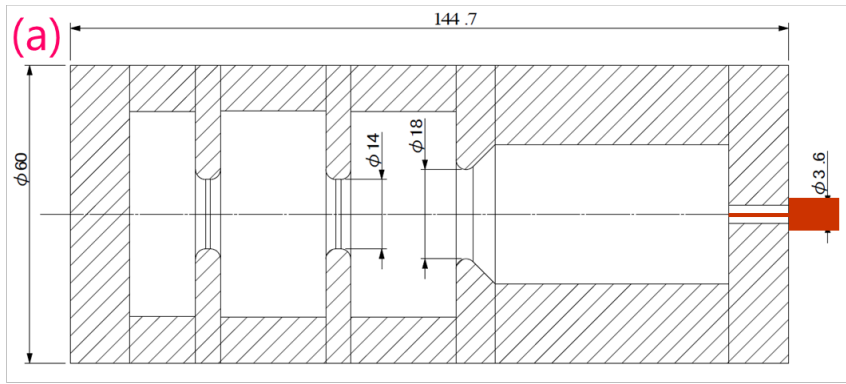
RF周波数	5712	MHz
ソースRFピーク電力	4	MW
Q_0	60000	
シャントインピーダンス	500	$M\Omega/m$
結合係数 β	20	
加速空洞長	68.2	mm
RFパルス幅	2	μs
RFパルス繰り返し	50	Hz
RFパルスデューティー	0.01	%
最大電子バンチ電荷	0.5	nC
レーザーパルス繰り返し	357	MHz
レーザーパルス長	10	ps
最大空洞損失	72.6	W
最大加速勾配	51.7	MeV/m
最大加速エネルギー ($\beta_e=1$)	3.5	MeV

5712 MHz 2.6cell Test Cavity Design (2013) [5692.97MHz@298K]

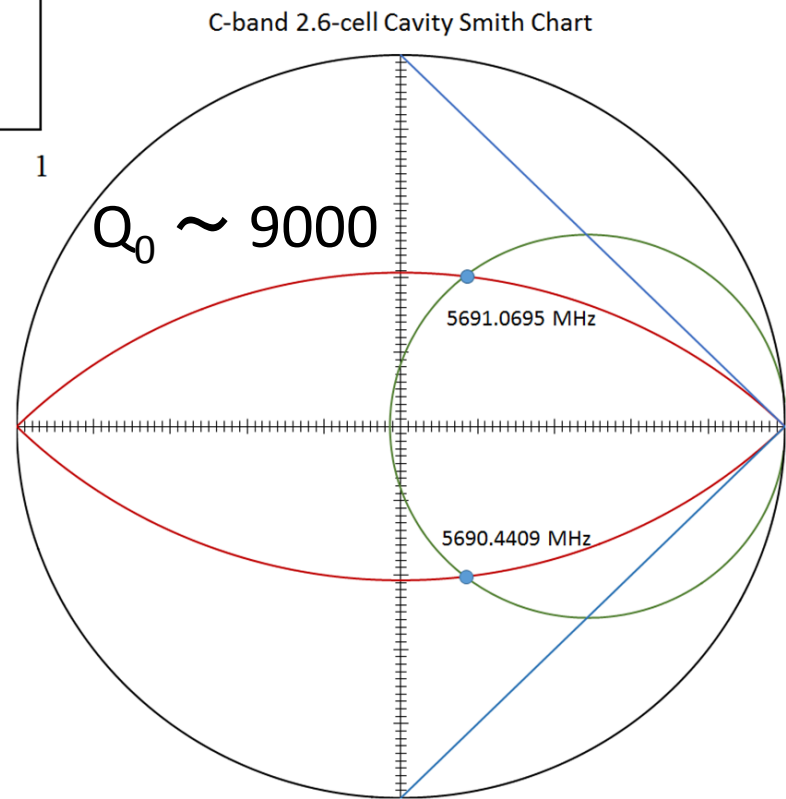
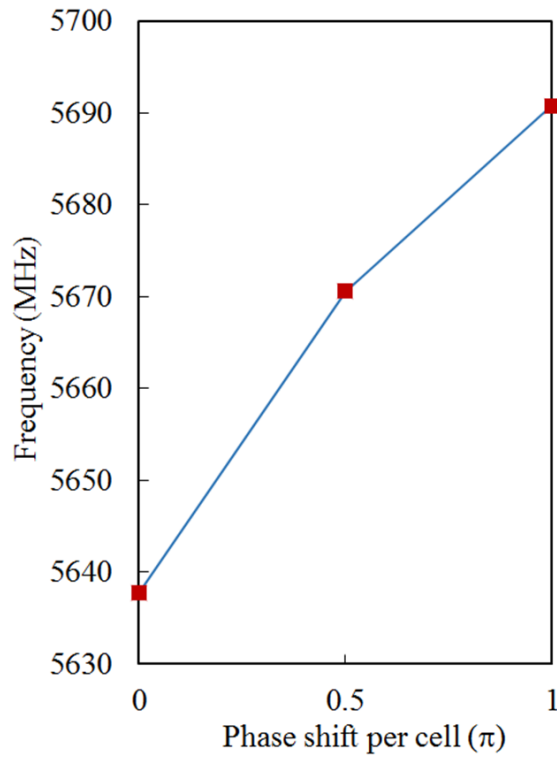
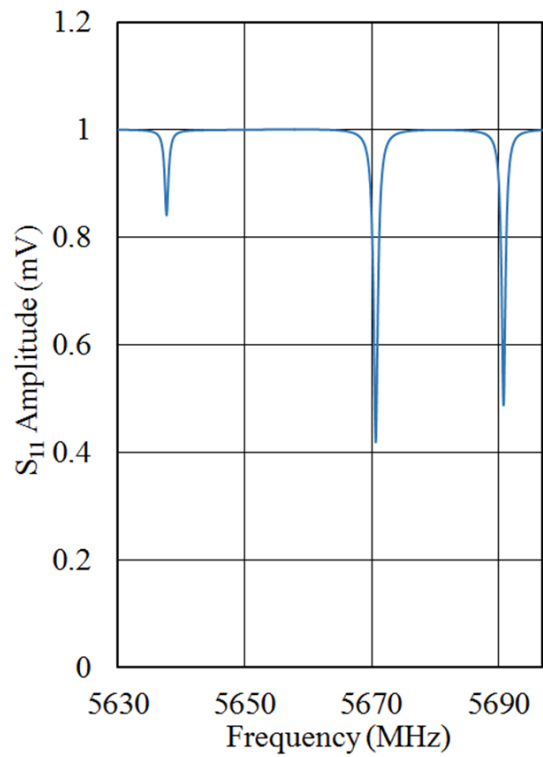


πモード共振周波数測定結果 (2014.3.10 @KEK)

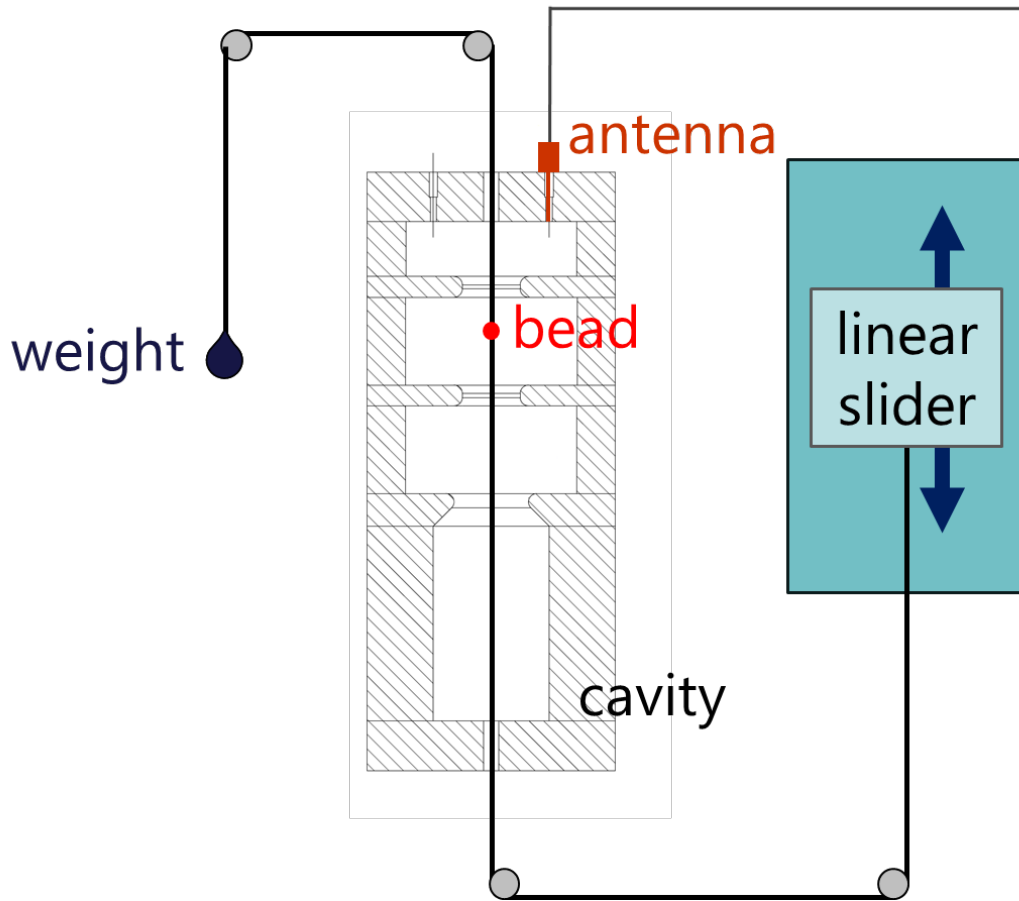
組合せ番号 と測定条件	アンテナ露出長 (mm)	23.5°C 真空中 周波数(MHz) 目標 5692.97 MHz	20K真空中 周波数(MHz) 目標 5711.87 MHz	
2.6cell ②-off axis	0.4	5692.4803	5711.3811	
	② -0.65	5692.4898	5711.3907	
	③ -0.15	5692.6549	5711.5563	
2cell ④-off axis	0.4	5692.4526	5711.3533	
	④ -0.65	5692.4464	5711.3471	
		-0.4	5692.4339	5711.3345
		-0.15	5692.3897	5711.2902
	⑤-1	-0.15	5692.5777	5711.4788
		0.1	5692.4914	5711.3923
0.4		5692.4477	5711.3484	
⑤-2	0.4	5692.4142	5711.3148	



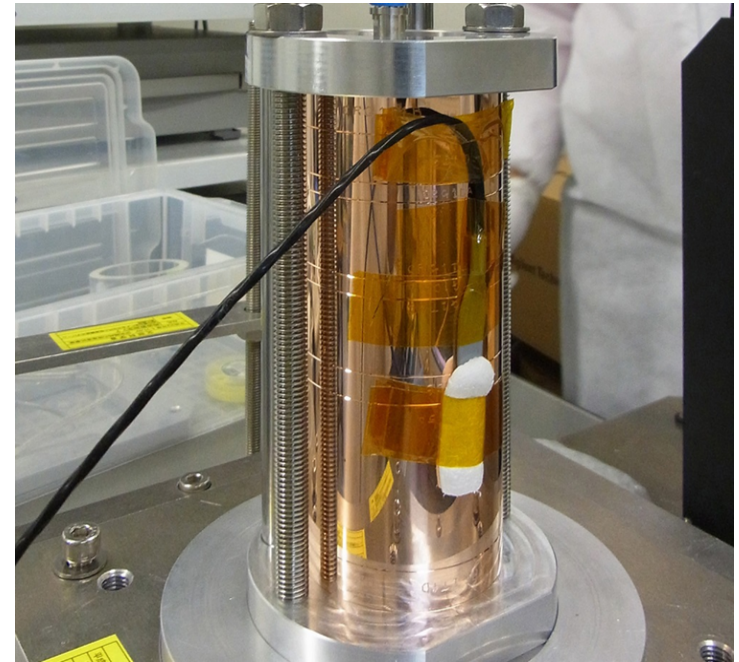
	シリンダー内径(mm)		端板穴径 (mm)	@23.5°C πモード 周波数(MHz)
	設計値	測定値		
(a)	41.4322	41.4335	穴なし	5692.47
(b)	41.4344	41.4339	φ2.0	5692.58
(c)	41.4449	41.4457	φ3.6	5692.50
(d)	41.4449	41.4557	φ3.6 + 2×φ1.5	5692.47

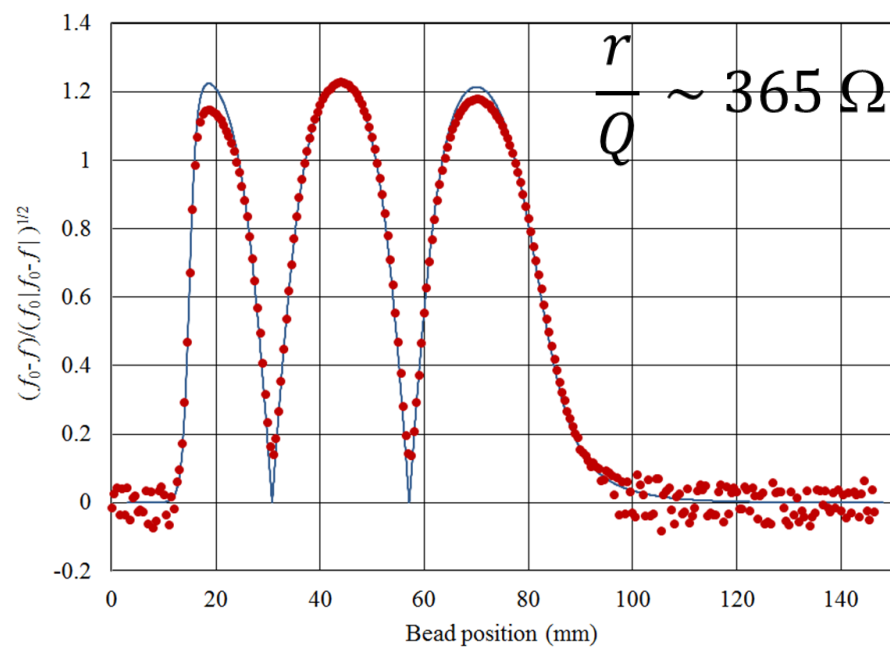
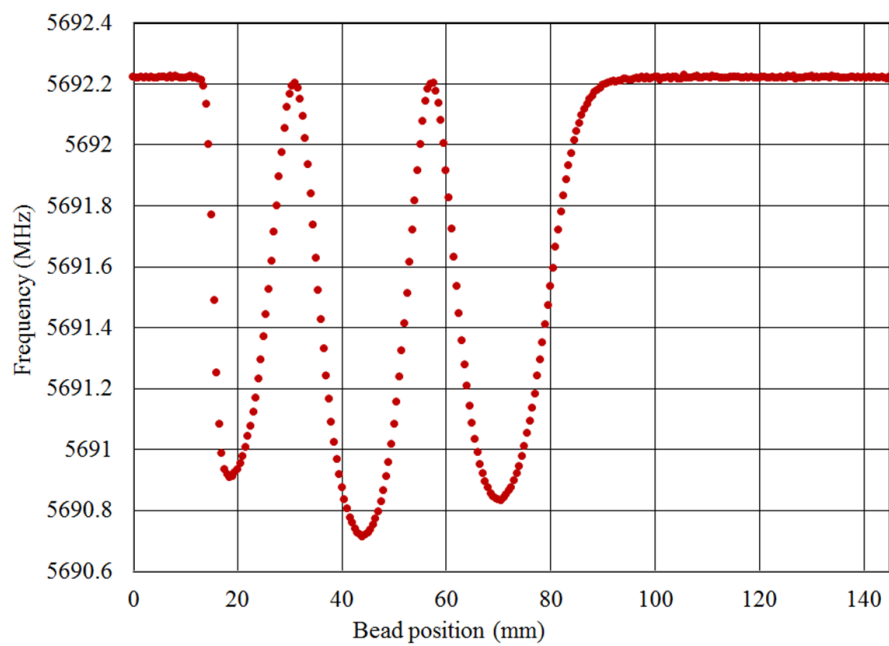
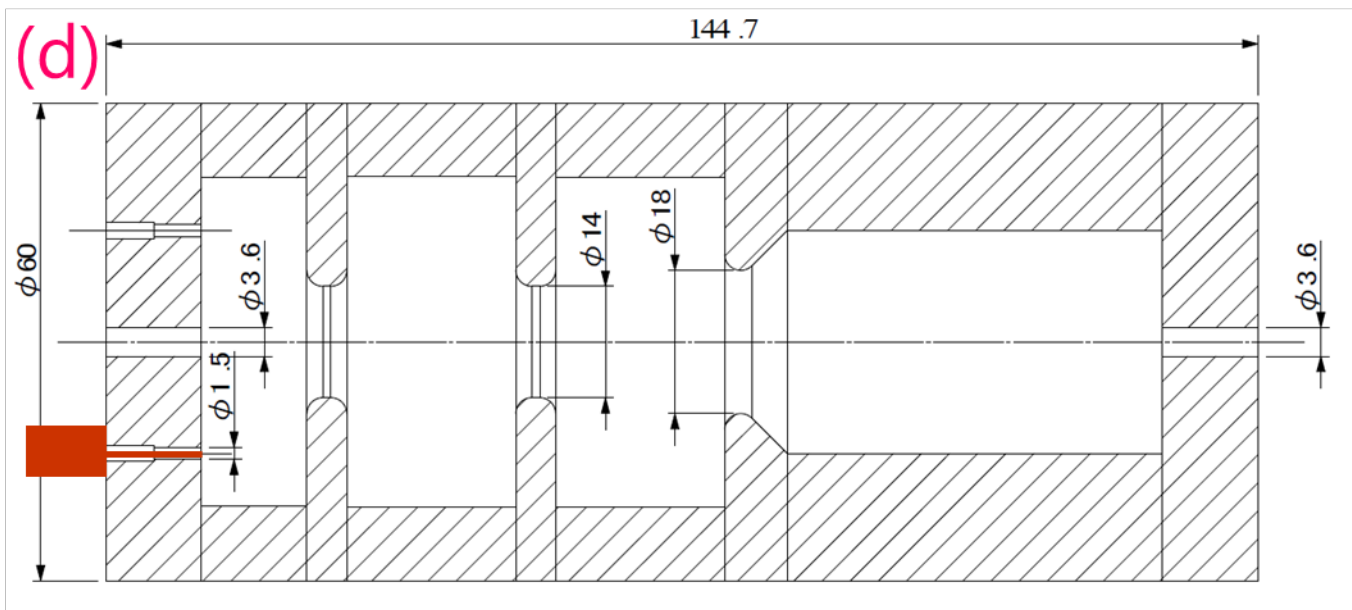


電界分布測定自動化



network analyzer E5071C
(Agilent Technologies)





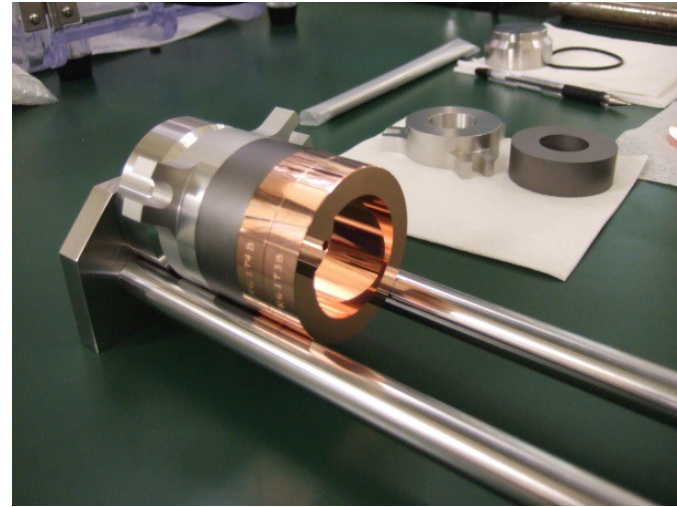
拡散接合

KEK 高富氏による工程資料

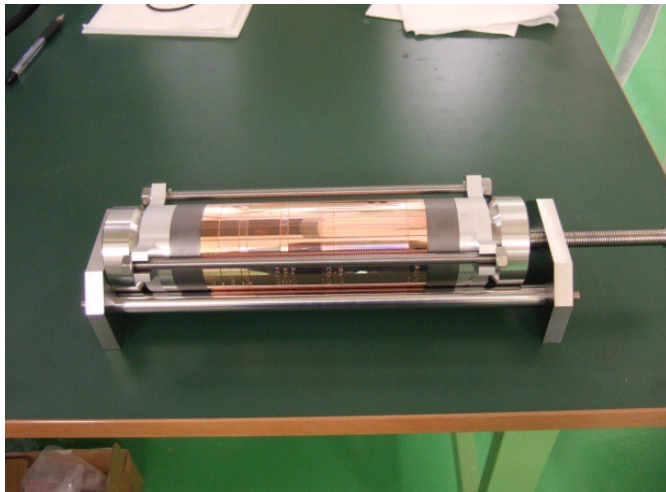
ディスク組立



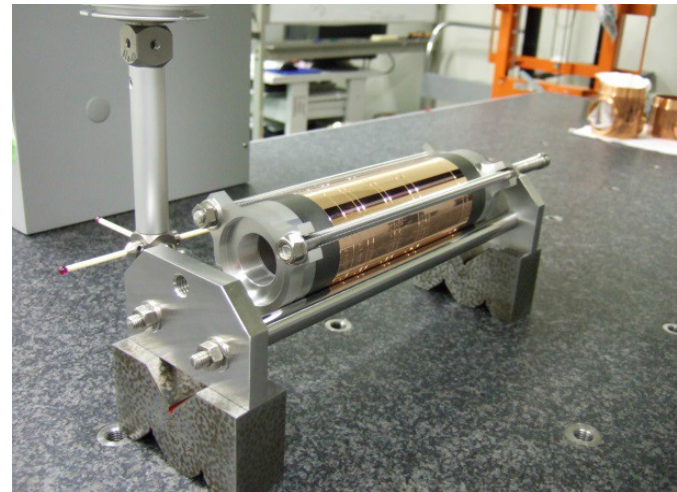
1. 洗浄
I.P.A.超音波洗浄(常温):5分
窒素ガス吹付乾燥



2. 組立
クリーンブース内で組立



3. 締め付
締め付けネジ(M12)により7N・mで締め付け後
固定ネジ(M8)3本を各8N・mで締め付け



4. 測定 ジグにセットした状態で各ディスクの外径
を計測

拡散接合

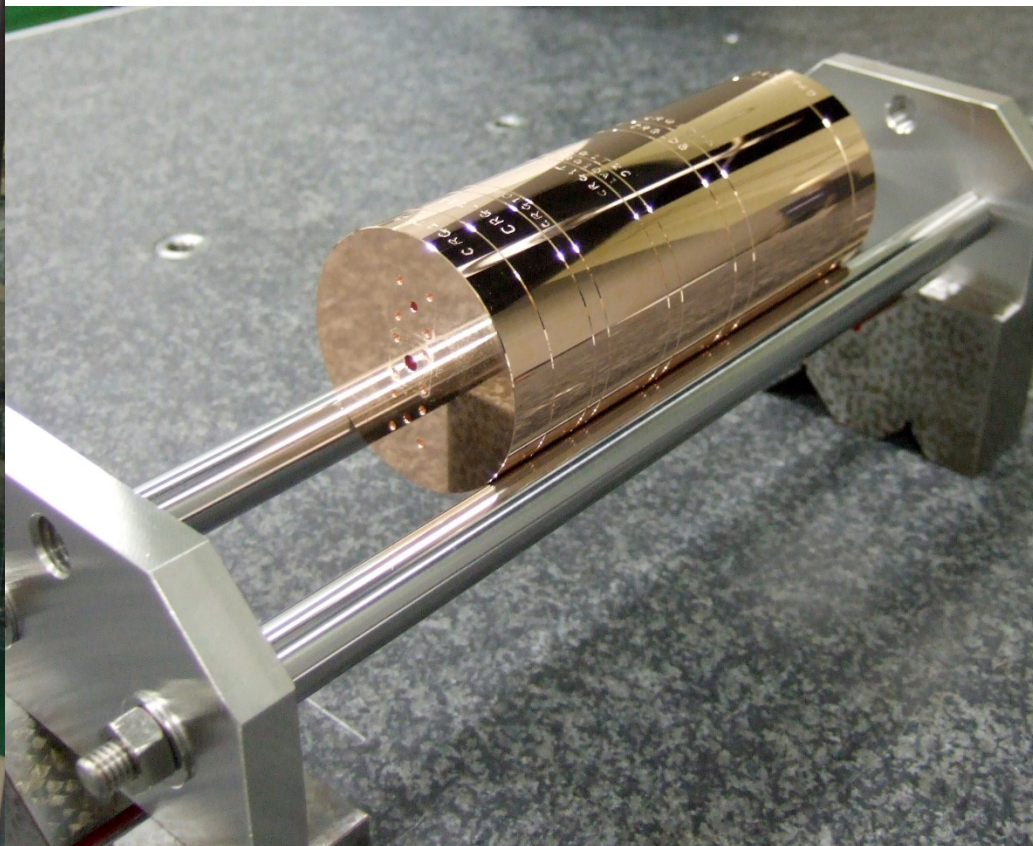
拡散接合条件: 施工

日: H26/6/12 使用

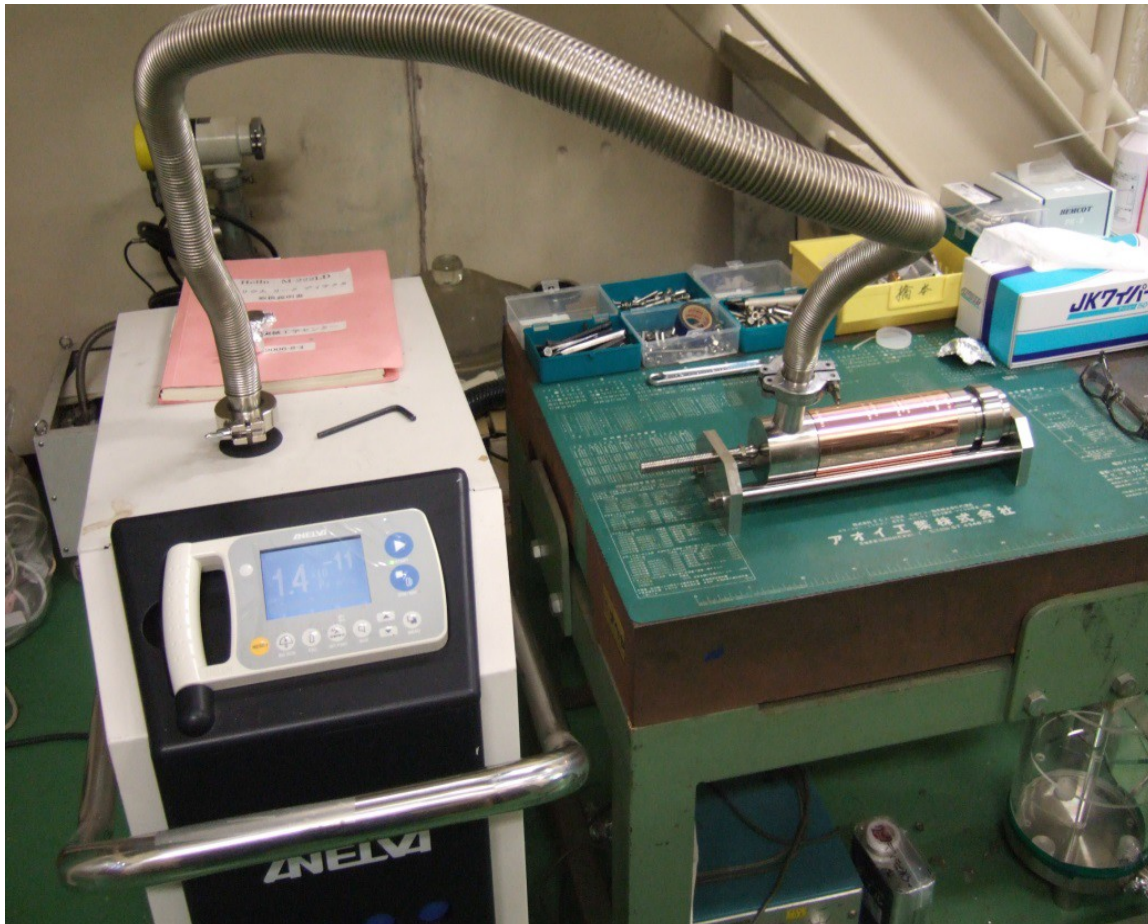
炉: 水素炉 (KEK)

昇温パターン: 物温で900°C2時間保持後炉冷

加圧力: 0.1MPa (10gf/mm²)



真空漏れ試験



リークディテクターにより真空漏れを確認
 $1.4 \times 10^{-11} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ でリークは認められなかった

2014年度の作業予定

1. 拡散接合後の周波数測定 → 冷却時の周波数測定
室温からの変化 → 次の試作空洞に反映
2. 円筒導波管カップラー(モードコンバーター)の設計(3D計算)
3. ビーム加速シミュレーション
 - ・カソードサイズ(レーザービームサイズ)
 - ・レーザーパルス長
4. カソード取付構造・カソード周りの空洞(RF放電対策)の検討
5. 冷却集束ソレノイドの検討 or 集束ソレノイドなしでのビーム集束計算
6. カップラー・仮想カソード部構造付き空洞試作
7. 常温及び冷却時の低電力試験 → 実機製作データの収集
8. 実機RF電子銃設計開始