

型チタン合金板の冷間多段深絞り加工

塑性加工研究室 古川陽介

《純チタン》

- 冷間成形性



表面処理
ダイス材質
潤滑剤

- 耐食性
- 軽量

《チタン合

金》
• 耐熱性

- 高強度

- - 型, 型合金
熱間加工

- 型合金
冷間加工

チタン合金

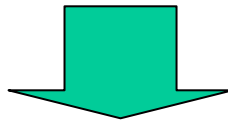
実験材料	Ti-15V-3Al-3Cr-3Sn
結晶構造	型 (bcc)



容器の焼付き

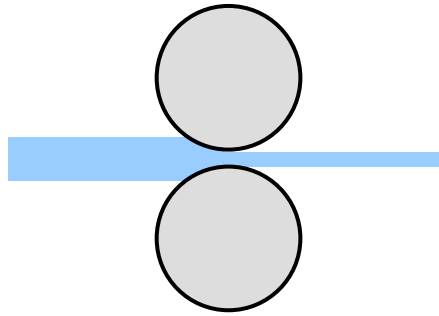


焼付いたダイス



焼付き防止：大気酸化皮膜処理

実験方法

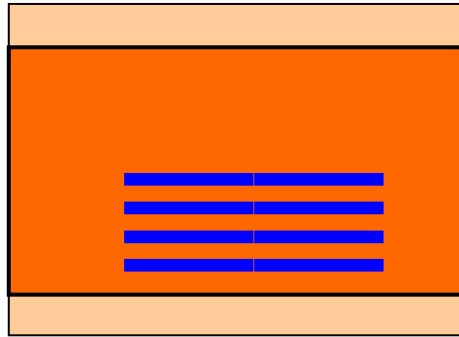
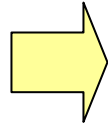


《多段圧延》

板厚

1.0mm 0.5mm

結晶粒粗大化防止

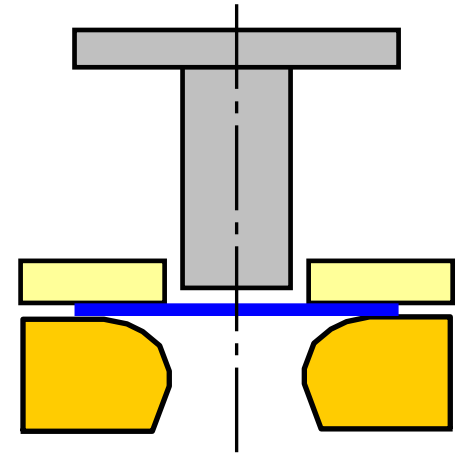
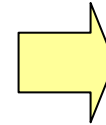


《大気酸化皮膜処

理》
変態点730

皮膜処理温度の影響

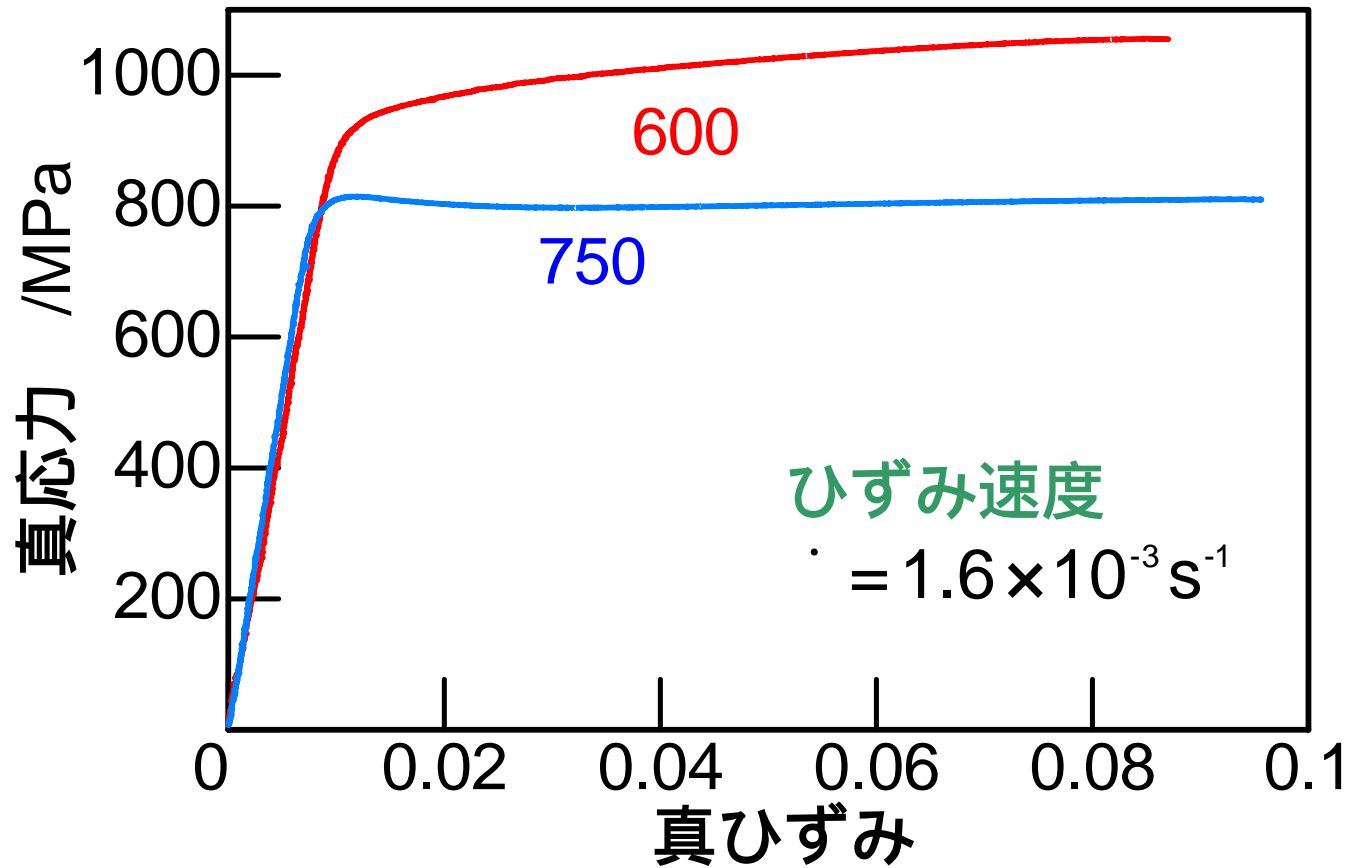
600 , 750 , 800



《多段深絞り加

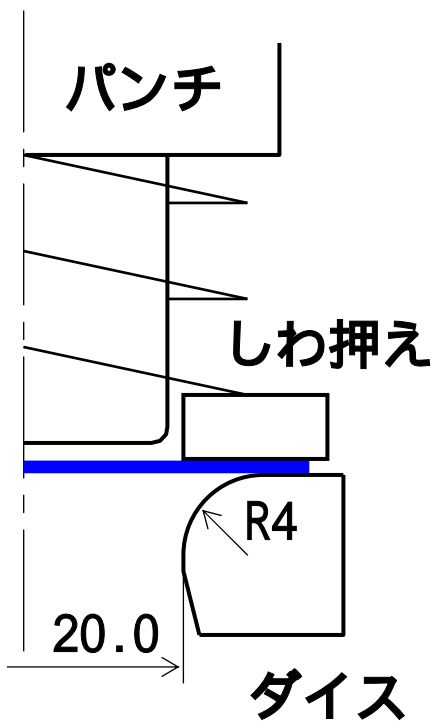
工》10段

熱処理後の応力-ひずみ曲線

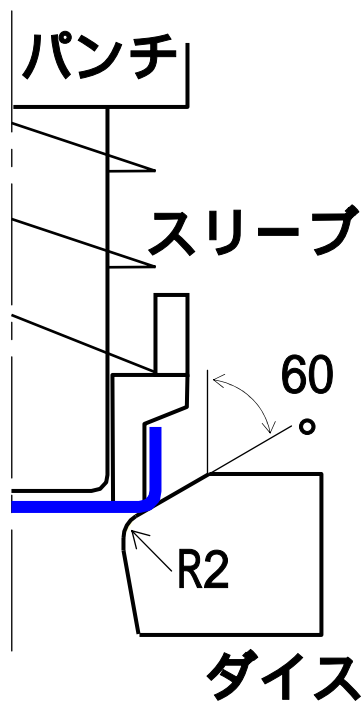


熱処理	引張強さ	全伸び	絞り
750 , 5min	805.3MPa	14.0%	25.3%
600 , 60min	976.7MPa	10.2%	9.6%

多段深絞り加工条件



(a) 1段目



(b) 2-10段目

段数	1	2	3-6	7-10
絞り比	1.6	1.3	1.2	1.1
ダイス	超硬合金	SKD11		
パンチ	SKD11	SKD61		
潤滑剤	二硫化モリブデン			
クリアランス	0.5mm			

ブランク	直径 (mm)	32.3
	板厚 (mm)	0.5

600 , 60min 大気酸化皮膜処理



加工限界: 2段

低い延性

750 ,5min 大気酸化皮膜処理

表面性状の悪化



1段 2段 3段 4段 5段 6段 7段 8段 9段 10段

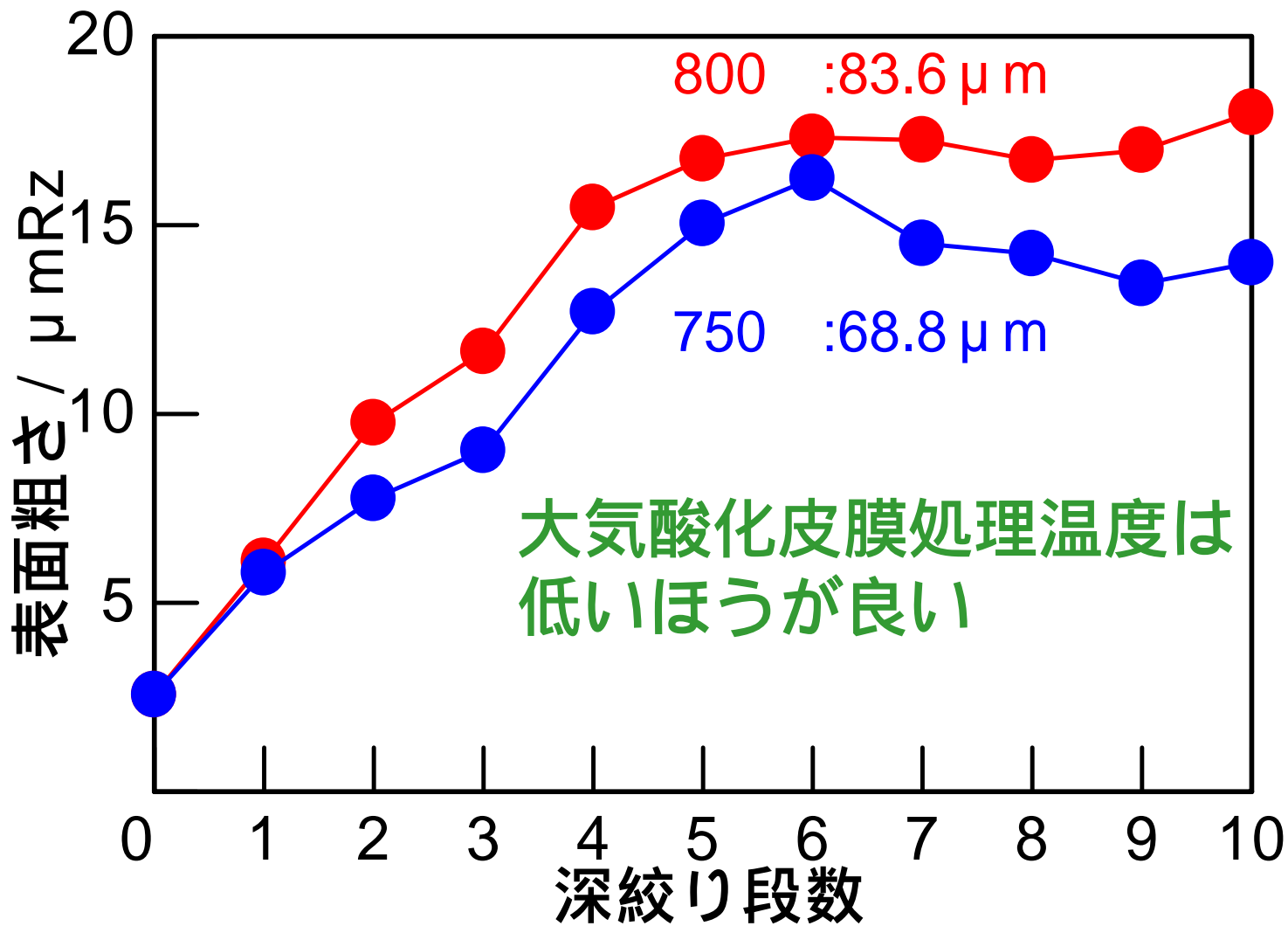
加工限界:10段以上(750 ,800)

高延性

10mm
↔

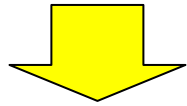
10段深絞り加工での焼付き防止

深絞り容器の表面粗さ



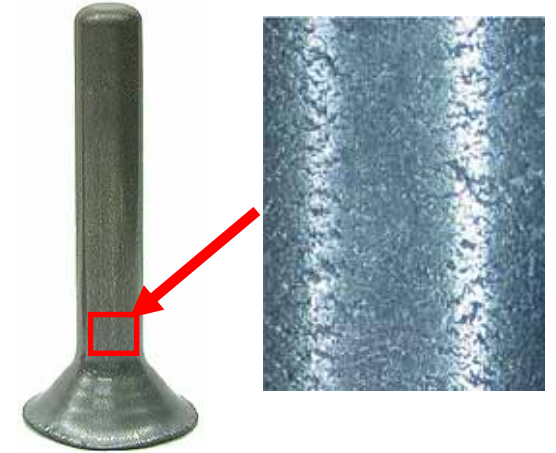
容器表面粗さの改善

10段深絞り容器の成形が可能



容器表面性状の悪化

改善方法



10段深絞り加工容器

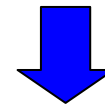
しごき加工

2段目しごき絞り加工
4段目しごき絞り加工

しごき率: 10%

結晶粒の微細化

68.8 μm

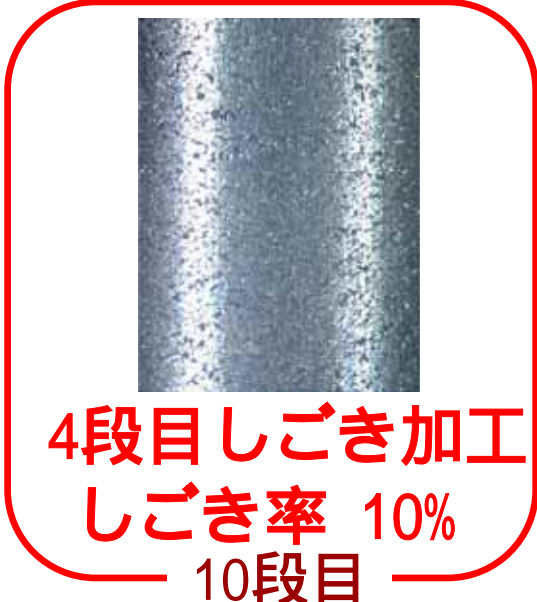
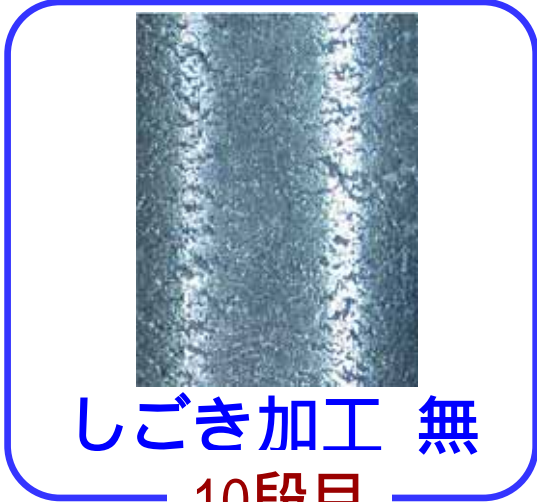
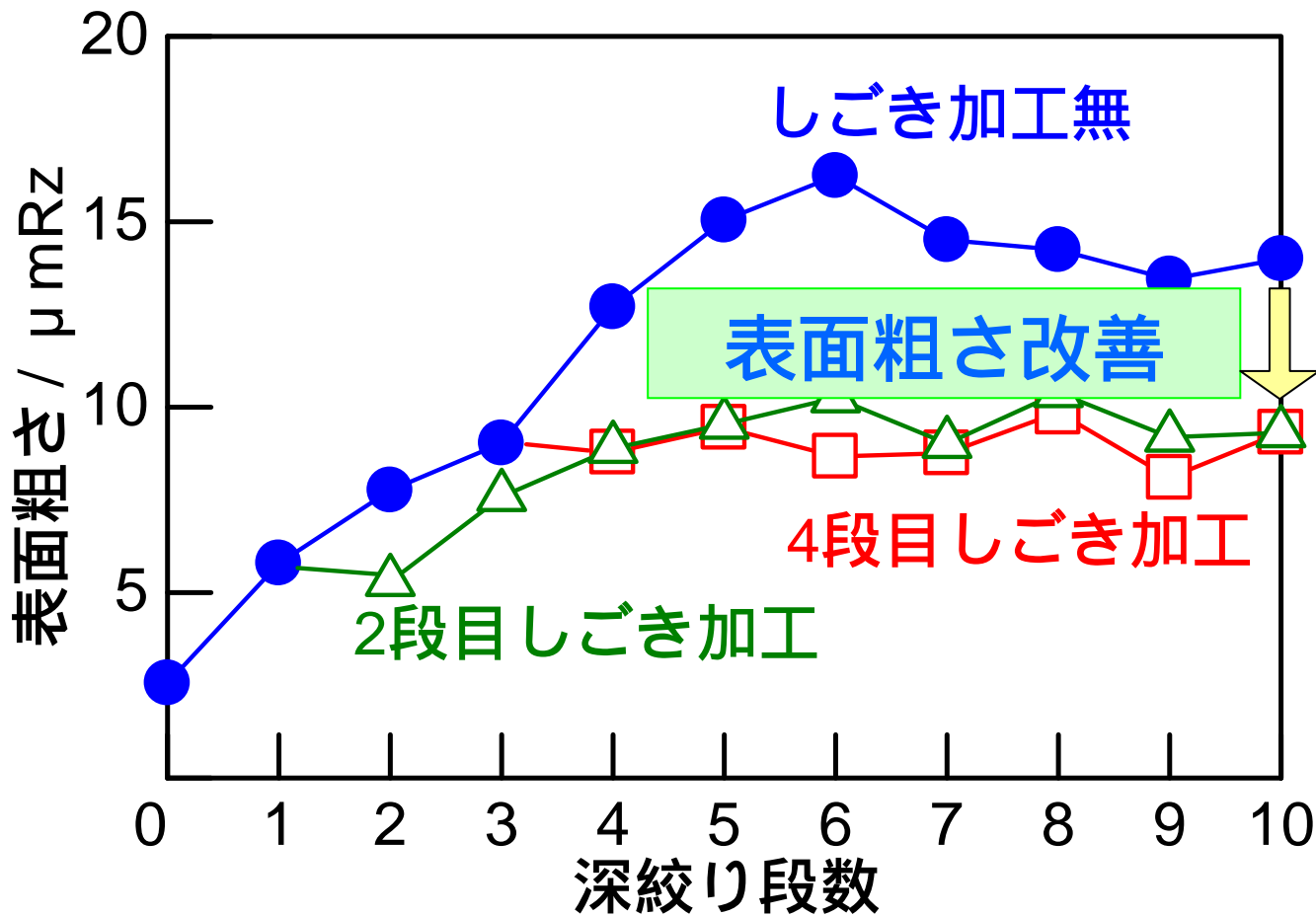


16.5 μm

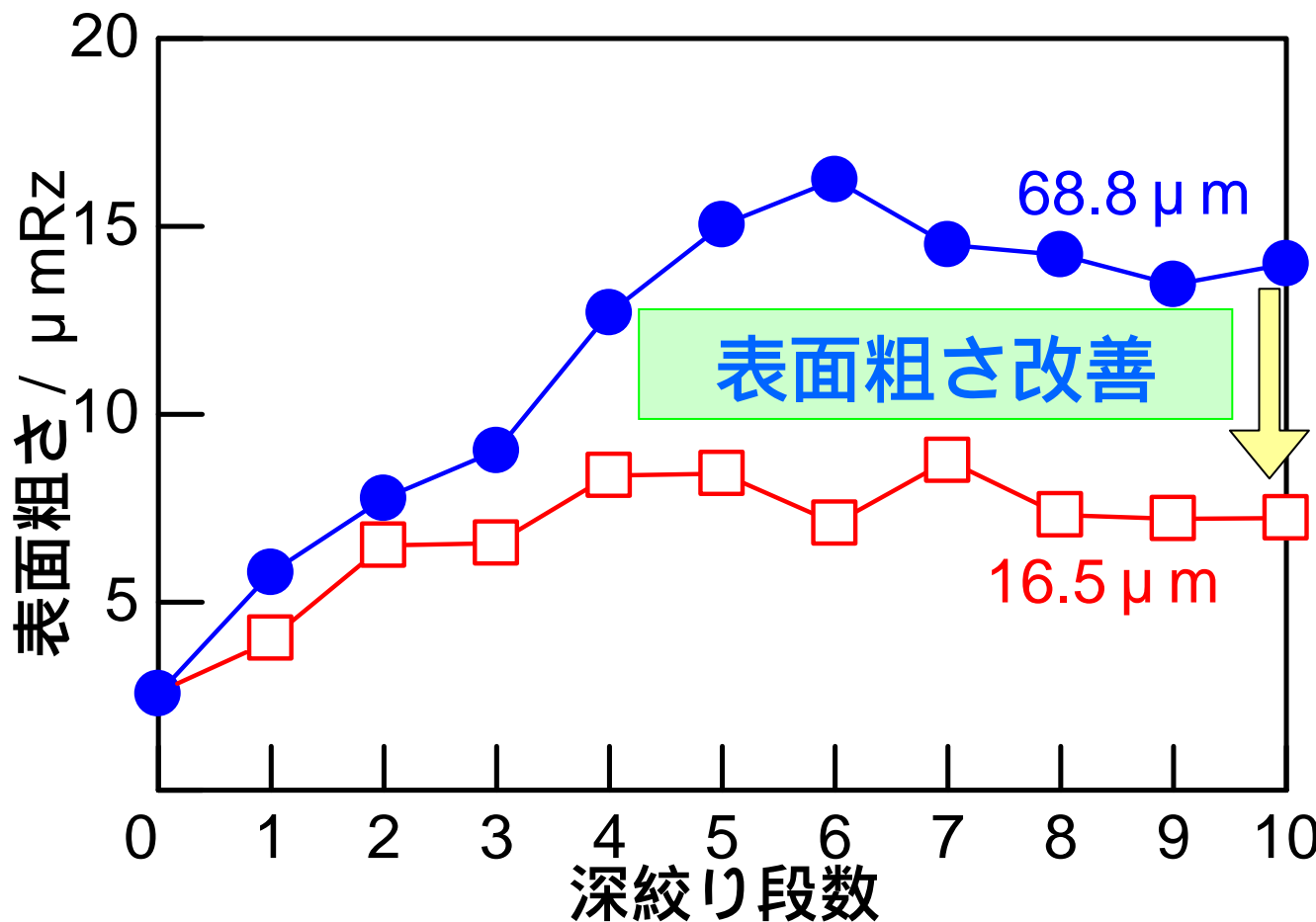
圧下率: 50%
($t_0=1.0\text{mm}$)

圧下率: 72%
($t_0=1.8\text{mm}$)

しごき絞り加工による表面粗さ改善



結晶粒の微細化による表面粗さ改善



68.8 μm
10段目



16.5 μm
10段目

まとめ

- ・ 型チタン合金板で10段の冷間多段深絞り加工が可能である。
- ・ 多段深絞り加工において大気酸化皮膜処理による焼付き防止が有効である。
- ・ しごき絞り加工を行うことで、容器の表面荒れを抑えることができた。
- ・ ブランクの結晶粒径を小さくすることで、容器の表面荒れを抑えることができた。

しごき絞り加工



4段



10段



4段目しごき絞り加工
しごき率 10%

絞り加工
しごき無

1mm



しごき絞り加工

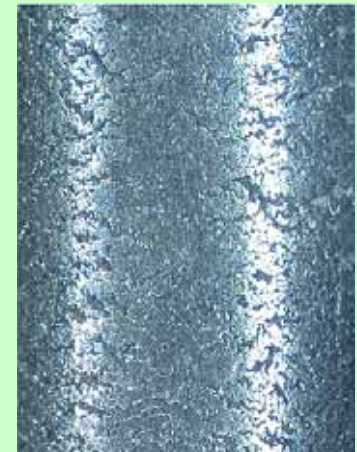


10%
2段目しごき絞り加工



20%

10段



しごき無

1mm

10段目しごき絞り加工



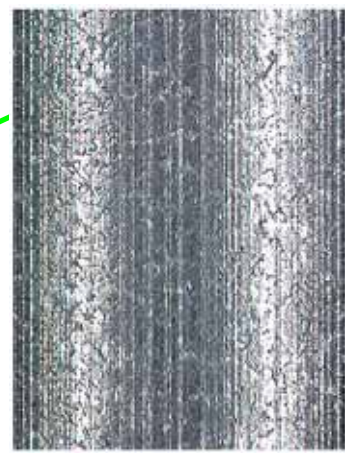
しごき無



しごき率
10%



しごき率
20%



二硫化モリブデン



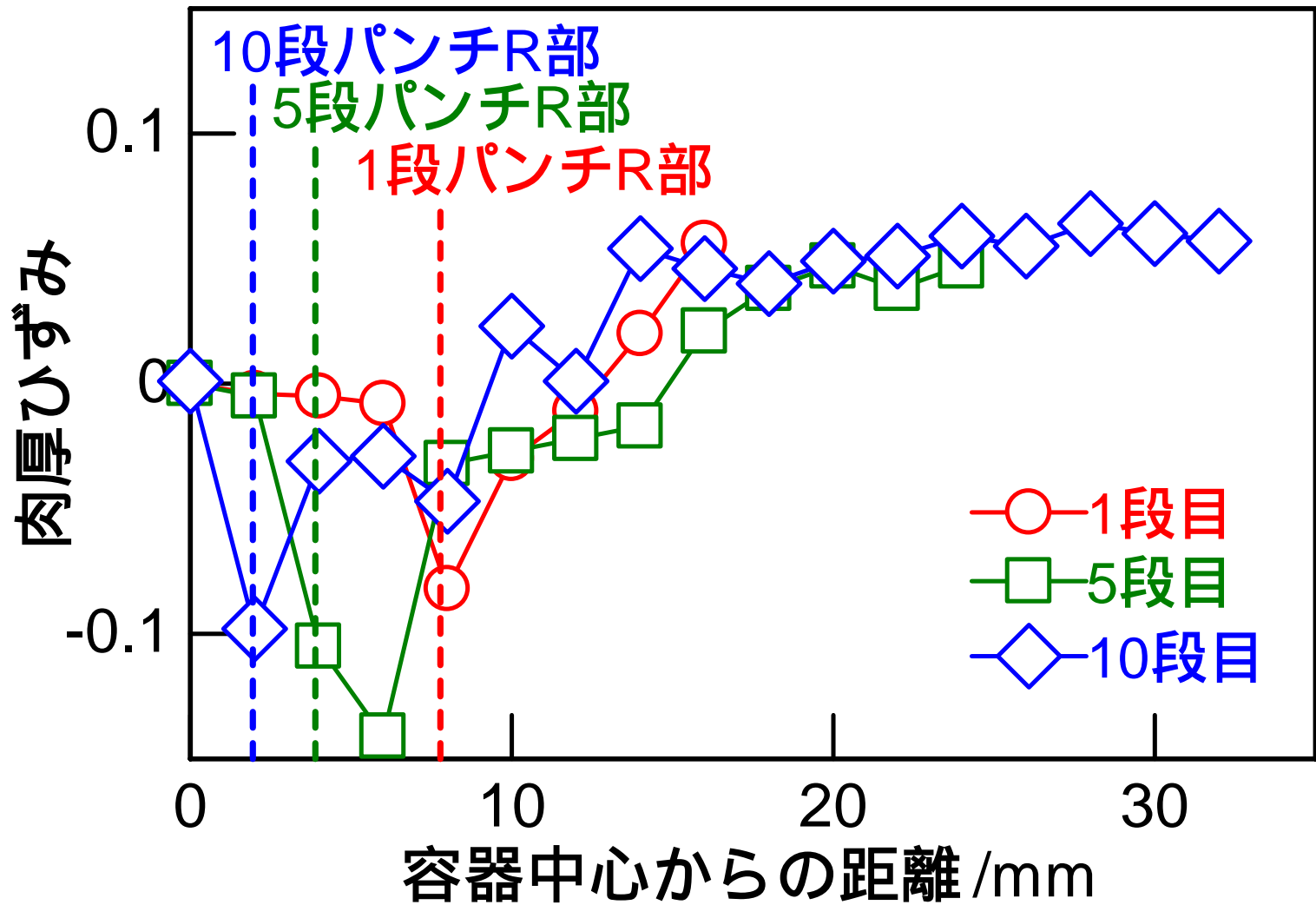
ステアリン酸Ca
+CD400

焼付き

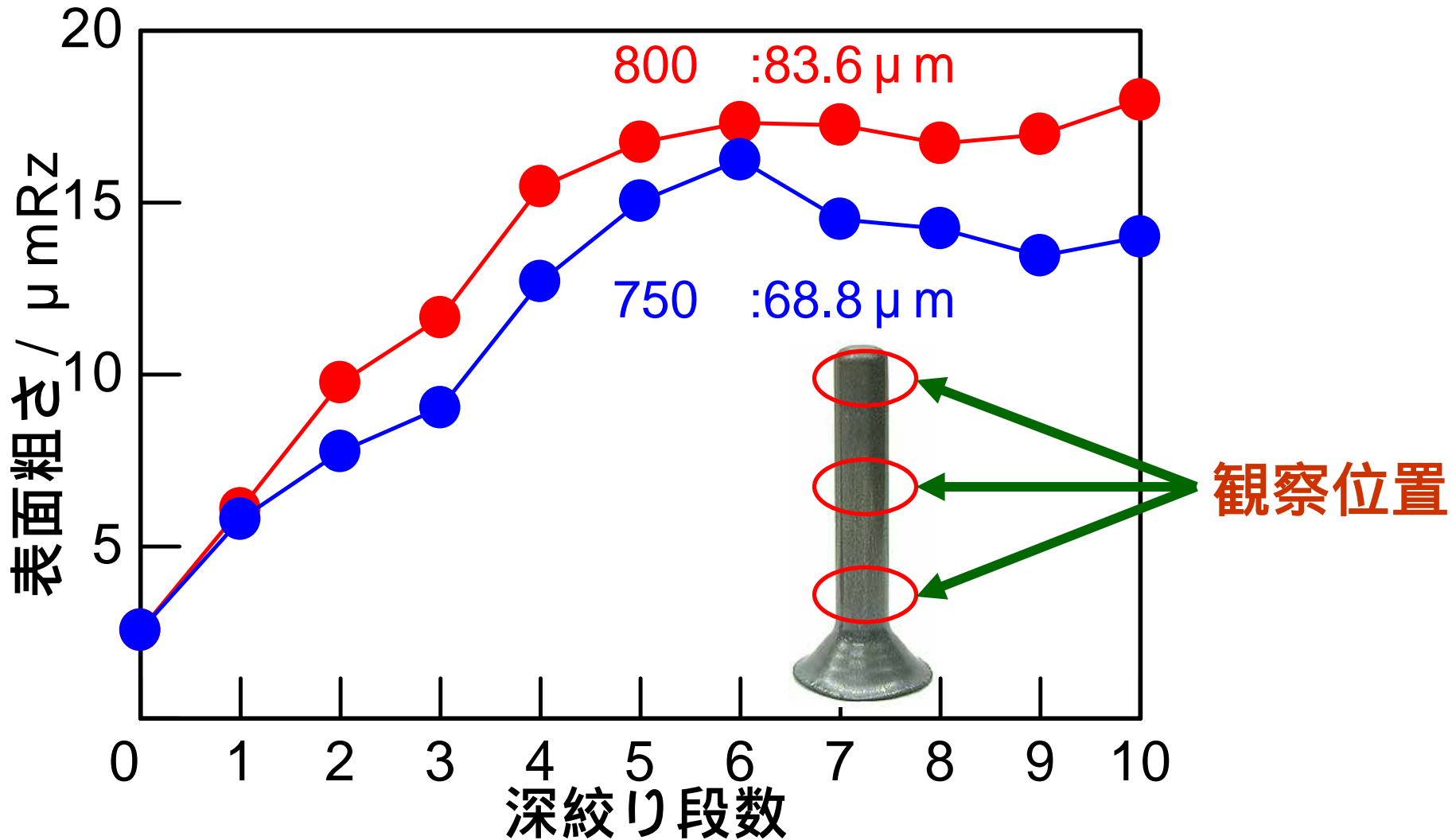
表面性状
改善

1mm

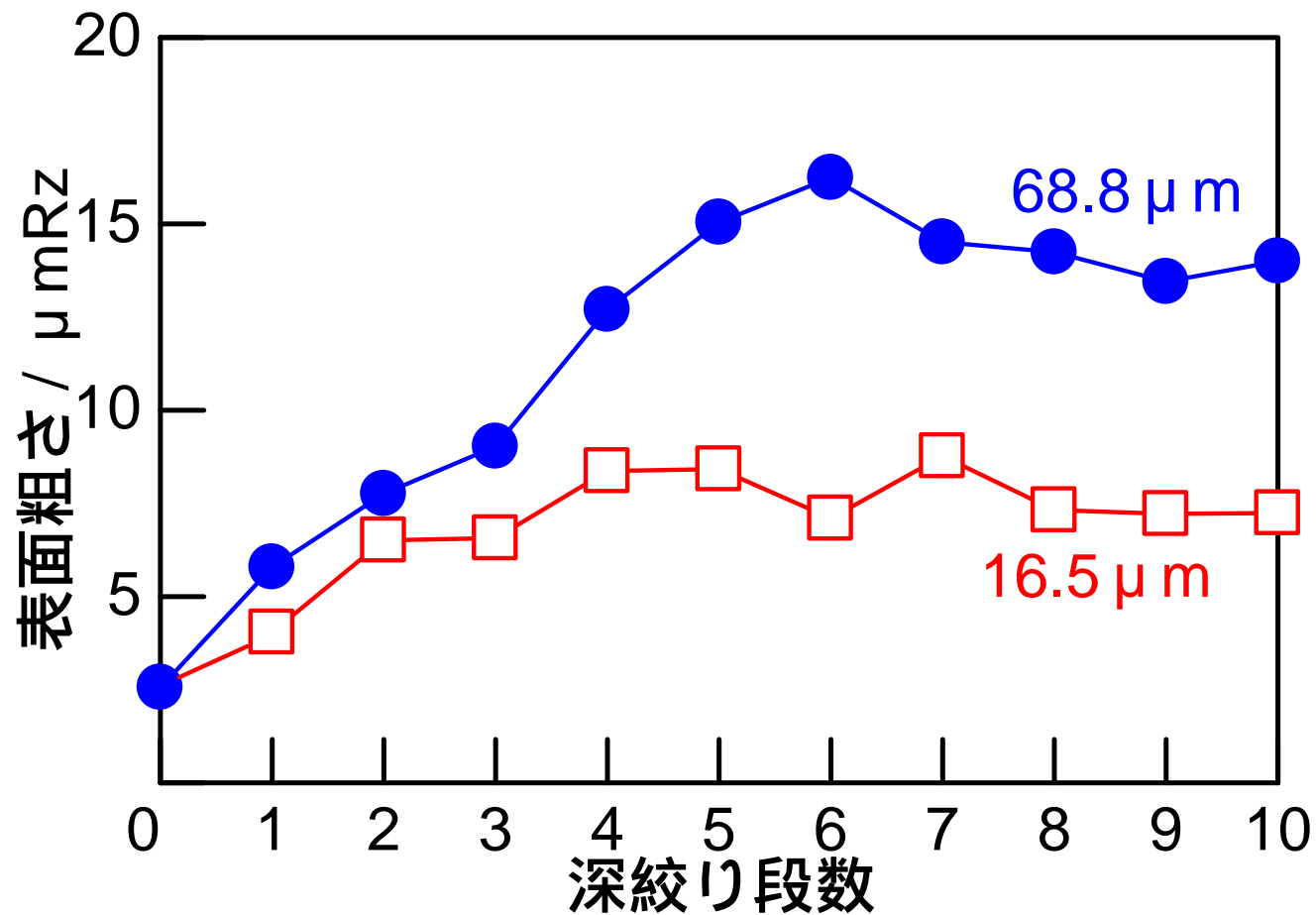
容器の肉厚ひずみ分布



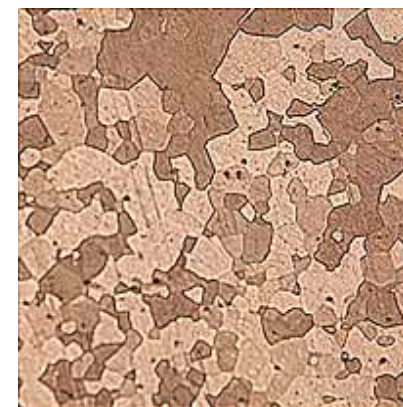
容器表面粗さの測定位置



結晶粒の微細化による表面粗さ改善



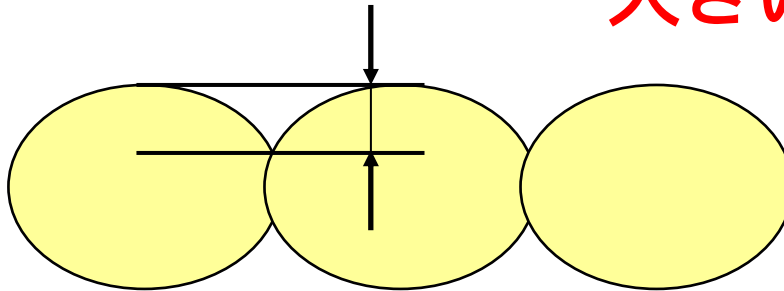
68.8 μm 0.2mm



16.5 μm 0.8mm

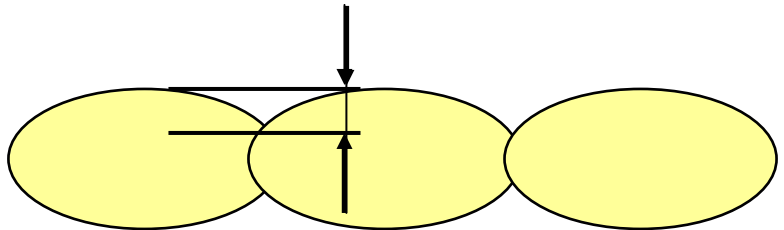
しごき加工による容器表面粗さの低減理由

結晶粒界の溝が
大きい



しごき加工 無

しごき加工により結晶粒
が大きくつぶされる



結晶粒界の溝が
小さい

しごき加工 有