

目 次

1. セラミックス加工総論	1
1.1 セラミックスと加工技術	(今中) 1
1.1.1 セラミックスとは	1
1.1.2 セラミック加工の必要性	2
1.1.3 セラミック部材の製造加工の現況	3
1.2 セラミックスの種類と性質	(今中) 8
1.2.1 セラミックスの種類と用途	8
1.2.2 セラミックスの性質	9
1.3 セラミック加工の基礎	(今中)15
1.3.1 セラミック加工の特異性	15
1.3.2 セラミックスの微視的変形破壊機構	17
1.3.3 粗加工の機構	19
1.3.4 仕上げ加工に当たっての考え方	21
1.3.5 加工変質層	23
1.4 超精密加工と研削盤	(宮下)24
1.4.1 設計上の経験則	25
1.4.2 脆性材料の塑性流動破壊機構と除去加工の分解能	26
1.4.3 脆性材料の精密除去加工と工作機械の母性原理	30
1.4.4 光学ガラスの伝統的加工法とその進歩	32
1.4.5 運動転写型塑性流動研削加工技術の開発課題	33
1.4.6 運動転写型研削盤の設計課題	34
2. 研削加工	41
2.1 研削加工総論	(伊藤)41
2.1.1 セラミックスの加工における問題	42
2.1.2 セラミックスの研削機構	44

2・1・3	研削加工と加工物強度	46
2・1・4	構造用セラミックスの研削特性	49
2・2	研削砥石—ダイヤモンドホイールを中心に—	(辻郷)53
2・2・1	ダイヤモンドホイールの構成	54
2・2・2	ダイヤモンドホイールの構成要素と研削性能	57
2・2・3	研削様式と研削性能	62
2・3	研削加工特性	(富森)67
2・3・1	研削加工システムと研削加工点に働く応力	67
2・3・2	加工点で大きな応力が働く研削加工システムでの セラミックスの被加工性	69
2・3・3	加工点で大きな応力を与え得ない研削加工システムでの セラミックスの被加工性	75
2・3・4	セラミックスの加工に関する最近の進歩	81
2・4	マシニングセンタによるセラミックスの高エネルギー研削加工	(中川)84
2・4・1	セラミックス研削加工の条件	84
2・4・2	MCを利用した高機能研削技術	93
2・4・3	セラミックス研削用加工装置の条件	99
3.	ラッピング, ポリシング	111
3・1	ラッピング	(河西) 111
3・1・1	ラッピングの加工機構と品質加工	112
3・1・2	砥粒の大きさ, 種類と加工特性	114
3・1・3	ラッピングに関する解析的な扱い	117
3・1・4	異種材料の同時加工	118
3・1・5	ラッピングにおける平行度の修正加工	122
3・1・6	ラッピングに使用される各種研磨機	124
3・1・7	ラッピングの切断への応用	130
3・2	ポリシング	(難波) 132
3・2・1	ポリシングの概要	132

3・2・2	ダイヤモンド・ポリシング	134
3・2・3	ピッチ・ポリシング	135
3・2・4	クロス・ポリシング	138
3・2・5	ケモメカニカル(ケミカル・メカニカル)・ポリシング	139
3・2・6	フロート・ポリシング	140
3・2・7	研究開発中のポリシング	144
3・2・8	最近の話題	147
4.	その他の砥粒加工	155
4・1	ホーニング, 超仕上げ (松井)	155
4・1・1	ホーニングと超仕上げの概要	155
4・1・2	ホーニング, 超仕上げの実例	158
4・2	研磨布紙加工 (遠藤)	169
4・2・1	加工工具としての研磨布紙	170
4・2・2	研磨布紙加工とベルト研削	173
4・3	砥粒流動・磁気研磨加工 (波田野)	181
4・3・1	砥粒流動加工	182
4・3・2	磁気研磨による応用	188
4・4	バレル加工 (今中)	195
4・4・1	概 説	195
4・4・2	加工技術	195
4・4・3	砥粒添加の効果	197
4・5	ブラスト加工 (今中)	198
4・5・1	概 説	198
4・5・2	加工機構	199
4・5・3	適 用 例	200
4・5・4	アプレシブ・ウォータージェットの効果	201
4・6	超音波加工 (石渡)	204
4・6・1	超音波砥粒破碎加工	204

4・6・2	超音波ラッピング	209
4・6・3	ダイヤモンド工具（D工具）を用いるコアドリリング	211
4・6・4	超音波研削	216
4・6・5	超音波旋削	222
5.	切削加工	(水谷・田中) 227
5・1	セラミックス切削時の材料除去機構	227
5・1・1	材料除去のための破壊形態	228
5・1・2	き裂進展長さおよびき裂の進展なしに材料を除去できる 上限切込み深さの破壊力学的手法による推定	230
5・2	各種セラミックスの切削加工	234
5・2・1	高硬度セラミックス	234
5・2・2	快削性セラミックス	235
5・2・3	仮焼結セラミックス	237
6.	物理・化学的加工	241
6・1	レーザー加工	(安永) 241
6・1・1	レーザー加工の原理と特徴	242
6・1・2	素材合成	244
6・1・3	素材加工	245
6・1・4	セラミック層形成	256
6・2	電子ビーム加工	(宮崎) 261
6・2・1	加工性	263
6・2・2	熱応力	263
6・2・3	加工雰囲気	264
6・2・4	焼結助剤	265
6・2・5	加工例	265
6・3	イオン加工	(宮崎) 266
6・3・1	加工性	267

6.3.2	温度上昇	268
6.3.3	加工面	268
6.3.4	加工例	269
6.4	放電加工	(増沢) 270
6.4.1	SiCの加工	271
6.4.2	ZrB ₂ の加工	273
6.4.3	Si ₃ N ₄ -TiNの加工	276
6.4.4	非導電性セラミックスの加工	276
6.5	化学加工	(佐藤) 277
6.5.1	化学研磨	278
6.5.2	フォトエッチング	283
7.	複合加工	(久保田) 293
7.1	複合加工とは	293
7.2	複合加工の種類とセラミックス加工への適用	293
7.3	セラミックスに適用できる複合加工法	294
7.3.1	化学加工と機械加工の複合	294
7.3.2	電解加工と機械加工の複合	295
7.3.3	放電加工と機械加工の複合	295
7.3.4	電解加工と放電加工の複合	296
7.3.5	レーザ加工と化学加工の複合	297
7.3.6	超音波加工と研削の複合	297
7.3.7	加熱と切削の複合	298
7.4	電解放電複合研削	298
7.4.1	電解放電研削 ECDG と EMG	298
7.4.2	MEEC 研削と COMMEC 研削	299
7.4.3	ダイヤモンド放電研削 DEDG	300
7.4.4	電解放電研削によるセラミックス加工の機構	302
7.4.5	電界放電研削の実例	302

8. まとめ—セラミック加工における今後の問題点—……………(今中) 305

