

目 次

第 1 章 総 論

1. トライボロジ特性向上のための表面 処理概論 松永正久…	1	1. 8. 3 電着および無電解析出電着 法……………	9
1. 1 はじめに……………	1	1. 8. 4 PVD(物理蒸着法)……………	9
1. 2 摩擦係数の低下……………	2	1. 8. 5 ダイヤモンド状炭素および 六方晶窒化ボロン皮膜……………	11
1. 2. 1 金属薄膜による摩擦係数の 低下……………	2	1. 8. 6 コーティットチップ……………	11
1. 2. 2 固体潤滑剤の使用……………	2	1. 8. 7 CVD……………	11
1. 3 摩耗の低下の要件……………	3	1. 8. 8 固体潤滑剤の応用……………	12
1. 4 耐摩耗表面を得るための処理方 法……………	4	1. 9 機械的処理と耐摩耗……………	12
1. 5 表面熱処理とトライボロジ性向 上……………	4	1. 9. 1 加工法・表面あらさなど による摩耗特性の相違……………	12
1. 6 拡散処理によるトライボロジ性 向上……………	5	1. 9. 2 ショットピーニングとバ ル加工……………	12
1. 6. 1 浸炭および浸炭窒化……………	5	1. 9. 3 埋込法による表面処理……………	12
1. 6. 2 窒化およびイオン窒化……………	5	2. 表面粗さとトライボロジ特性 築添 正…	15
1. 6. 3 浸硫および浸硫窒化……………	5	2. 1 表面粗さと摩擦特性……………	15
1. 6. 4 ボロン化……………	6	2. 2 表面粗さと摩耗特性……………	16
1. 6. 5 炭化物拡散皮覆処理……………	6	2. 3 表面粗さと潤滑特性……………	17
1. 7 イオン打込み……………	7	3. プログラマブル・コントローラによ るめっき工場の自動化 西山博則…	19
1. 7. 1 イオン打込みとその応用……………	7	3. 1 はじめに……………	19
1. 7. 2 イオンビームミキシング……………	8	3. 2 めっき工場の自動化……………	21
1. 8 表面被覆法によるトライボロジ 性の向上……………	8	3. 3 めっき設備の自動化……………	23
1. 8. 1 概説……………	8	3. 3. 1 めっきロボットのプログラ ム制御……………	23
1. 8. 2 表面皮膜のかたさ……………	8		

3.3.2	各めっきロボットの衝突防 止制御……………	25	3.3.6	めっきデータのトラッキン グ制御……………	27
3.3.3	多品種少量生産における, めっきロボットのプログラ ム組替え制御……………	25	3.3.7	めっきロボットの位置決め…	28
3.3.4	めっき槽の自動槽選択制御…	25	3.3.8	めっきロボットのオーバ ーラン・リミットスイッチの 故障などの自動検出制御 (マシンモニタ)……………	28
3.3.5	整流器の無段階電流制御 (アナログ制御)……………	25	3.4	おわりに……………	28

第 2 章 機械的処理によるトライボロジ特性の向上

1.	砥粒埋込み処理	古浜庄一…	30	2.2.1	溶鋼と微粒子のぬれ性…………	43	
1.1	基本的考え方……………		30	2.2.2	表面硬化層形成のプロセス…	43	
1.2	銅-鉛軸受メタルの場合…………		32	2.3	表面硬化品の性能……………	44	
1.3	鉛基軸受メタル……………		33	2.3.1	表面硬化用粒子……………	44	
1.4	硬いすべり面……………		35	2.3.2	表面硬化層の顕微鏡組織…………	44	
1.5	内燃機関のシリンダライナーすべ り面……………		35	2.3.3	表面硬化層のかたさ分布…………	45	
1.6	材料中に超硬粒子のある例…………		36	2.3.4	X線マイクロアナライザに よる成分分布……………	45	
1.7	砥粒埋込み……………		37	2.3.5	耐磨耗性試験……………	46	
1.7.1	砥粒埋込み法……………		37	2.4	表面硬化品の特徴……………	46	
1.7.2	硬質粒子保持性……………		37	2.5	おわりに……………	46	
1.7.3	耐磨性……………		38	3.	熱延作動ロールの黒皮生成と摩耗特 性	大貫輝…	48
1.7.4	摩擦モデルの推定……………		39	3.1	はじめに……………	48	
1.7.5	エンジンのシリンダによる 実用実験……………		40	3.2	実ロール面の黒皮生成現象とそ の組成……………	48	
1.8	まとめ……………		41	3.3	熱間圧延におけるロール面の黒 皮生成機構……………	51	
2.	溶鋼表面への超硬微粒子添加法	鵜野達二, 酒井義文…	43	3.4	おわりに……………	51	
2.1	はじめに……………		43				
2.2	表面硬化法の仕組み……………		43				

第 3 章 表面熱処理硬化

<p>1. レーザ熱処理 (理論) 川澄博通… 53</p> <p>1.1 はじめに… 53</p> <p>1.2 表面硬化の条件… 53</p>	<p>1.3 熱伝導論的条件… 54</p> <p>1.4 金属学的考察… 56</p> <p>1.5 結論… 59</p>
---	--

第 4 章 拡散処理によるトライボロジ特性の向上 (その 1) —— 浸炭および窒化

<p>1. 浸炭法と, 耐摩耗性 小川喜代一… 60</p> <p>1.1 各種浸炭法の特徴と, その耐摩 耗性… 60</p> <p>1.1.1 浸炭用鋼材… 60</p> <p>1.1.2 現用される浸炭法の種類と, その特徴… 60</p> <p>1.2 各種浸炭処理鋼の摩耗実験によ る検討… 61</p> <p>1.2.1 浸炭処理鋼の性質と, 摩耗 現象… 61</p> <p>1.2.2 摩耗の実験条件の決め方… 62</p> <p>1.2.3 摩耗実験に関する二, 三の 事例… 62</p> <p>2. ガス浸炭, ガス浸炭窒化 荻原宏一… 65</p> <p>2.1 はじめに… 65</p> <p>2.2 ガス浸炭法の発展過程と変成ガ ス方式ガス浸炭… 65</p> <p>2.3 最近の変成ガス方式ガス浸炭の 特徴… 65</p> <p>2.4 最近のガス浸炭法… 66</p> <p>2.4.1 ガス浸炭反応とスス対策… 67</p> <p>2.4.2 ガス浸炭の炭素濃度調節… 69</p> <p>2.4.3 炭素の拡散, 浸炭深さ… 77</p> <p>2.4.4 雰囲気ガス測定センサ… 77</p> <p>2.4.5 各種の浸炭プロセス… 79</p>	<p>2.5 ガス浸炭窒化… 79</p> <p>2.5.1 ガス浸炭窒化の特徴… 79</p> <p>2.5.2 ガス浸炭窒化反応… 82</p> <p>2.5.3 ガス浸炭窒化鋼の炭素濃度 および窒素濃度に及ぼす合 金元素の影響… 85</p> <p>2.5.4 窒素の拡散恒数… 86</p> <p>2.5.5 最表面付近のポーラス層… 87</p> <p>2.5.6 ガス浸炭窒化処理例… 88</p> <p>2.6 おわりに… 88</p> <p>3. 高 Cr 鋼の浸炭 (炭化物分散を伴う 強度アップのための浸炭) 福島紀浩… 93</p> <p>3.1 はじめに… 93</p> <p>3.2 浸炭層の耐摩耗性… 93</p> <p>3.3 耐熱性… 94</p> <p>3.4 耐食性… 94</p> <p>3.5 各種部品への利用例… 95</p> <p>3.6 おわりに… 96</p> <p>4. イオン窒化 山中久彦… 98</p> <p>4.1 はじめに… 98</p> <p>4.2 イオン窒化の耐摩耗性… 98</p> <p>4.3 イオン窒化の応用例… 99</p> <p>4.3.1 自動車部品関係… 99</p> <p>4.3.2 プラスチック用射出成形機 部品関係… 100</p>
---	---

4.3.3	金型関係	100	5.4	イオン浸炭の利点	108
5.	イオン浸炭法	米田芳之 103	5.5	イオン浸炭の操業方法	110
5.1	はじめに	103	5.5.1	イオン浸炭装置の構造	110
5.2	原理	103	5.5.2	イオン浸炭の処理方法	110
5.2.1	活性炭素発生メカニズム	103	5.6	イオン浸炭した鋼のプロフィール	111
5.2.2	イオン浸炭の放電特性	104	5.6.1	硬さ推移曲線	112
5.2.3	イオン浸炭中の反応ガスの挙動	105	5.6.2	耐摩耗特性	114
5.3	異常グロー放電の効果	105	5.7	おわりに	114

第5章 拡散処理によるトライボロジ特性の向上(その2)——ボロン化法

1.	ガスボロン化法	河上 護 115	1.4	三塩化ボロンによるガスボロン化法	115
1.1	はじめに	115	1.5	ジボランによるガスボロン化法	117
1.2	ガスボロン化法に用いられるガスの種類	115	1.6	ボロン化層の性質	117
1.3	ガスボロン化用装置	115			

第6章 拡散法によるトライボロジ性向上(その3)——その他

1.	各種窒化法, 浸硫窒化法および浸硫法	桑山 昇 119	2.5	クロム拡散法	133
1.1	ガス窒化法	119	2.6	ケイ素拡散法	133
1.2	ガス軟窒化法	120	2.7	ホウ素拡散法	135
1.3	浸硫窒化法	124	3.	めっき熱処理	大和久重雄 136
1.4	浸硫法	126	3.1	はじめに	136
1.5	各種表面処理の機械部品への適用	127	3.2	めっき熱処理	136
2.	金属拡散法	上田重朋 130	3.2.1	スタナル(Stanal)	136
2.1	処理方法	130	3.2.2	フォーレッツ(Forez)	137
2.2	特徴	131	3.2.3	デルサン(Delsun)	137
2.3	亜鉛拡散法	131	3.2.4	ジナル(Zinal)	137
2.4	アルミニウム拡散法	132	3.3	焼入れめっき(Zinquench)	137
			4.	TDプロセスとその応用	新井透, 杉本義彦 139

4.1	はじめに	139	4.3.3	耐焼付性	141
4.2	方法と原理	139	4.3.4	その他の特性	142
4.3	炭化物被覆鋼の特性	140	4.4	TDプロセスの用途	143
4.3.1	硬さ	140	4.5	おわりに	143
4.3.2	耐摩耗性	141			

第7章 イオン注入法

1.	イオン注入法総論	岩木正哉	145	2.2.1	イオンビームによる表面改質技術	153	
1.1	はじめに		145	2.3	おわりに	155	
1.2	イオン注入装置と特色		145	3.	イオン注入法によるトライボロジ特性向上	川島健一	157
1.3	イオン注入層の組成・構造・結合状態		147	3.1	はじめに		157
1.4	イオン注入層の各種特性		148	3.1.1	イオン注入装置		157
1.5	イオン注入関連技術		148	3.2	耐摩耗特性の向上について		159
2.	イオンビームミキシング	佐藤 守	151	3.2.1	硬さ変化		159
2.1	はじめに		151	3.2.2	摩耗		160
2.2	イオンビームミキシング		151				

第8章 表面被覆法(その1)——塗膜法

1.	フッ素樹脂コーティング	小川年之	163	2.2	サーメタルコーティング		169
1.1	フッ素樹脂のトライボロジ特性		163	2.3	作業工程		170
1.2	フッ素樹脂のコーティング法		164	2.3.1	グリットブラスト		170
1.2.1	フッ素樹脂塗料		164	2.3.2	塗装作業		170
1.2.2	脱脂		164	2.3.3	グラスビードブラスト		170
1.2.3	被塗物表面の調整		165	2.3.4	塗膜表面の平滑化		170
1.2.4	塗布法		166	2.4	サーメタルWの塗膜性能		171
1.2.5	乾燥・焼成法		166	2.4.1	耐エロージョン性		171
1.2.6	冷却法		167	2.4.2	耐摩耗性		172
2.	無機塗料によるアルミニウムコーティング	安東光穂	169	2.4.3	耐高温酸化性		172
2.1	はじめに		169	2.4.4	電位の比較		172
				2.5	適用例		172

2.5.1	ジェットエンジン圧縮機の 静翼への適用	172	3.6.1	膜厚	178
2.5.2	ジェットエンジンのタービ ンブレードへの適用	173	3.6.2	被膜の寿命	179
2.5.3	ボルトナット類への適用	173	3.6.3	摩擦係数	179
2.6	おわりに	173	3.7	適用例とその使用状況	179
3.	有機結合乾燥被膜による固体潤滑剤 の利用	川邑正男 175	3.7.1	使用目的による分類法	179
3.1	はじめに	175	3.7.2	固体被膜潤滑剤の使用状況	181
3.2	一般的性質	175	3.8	使用時の設計上の要点	182
3.3	適用できる材料	175	3.9	将来の展望	185
3.4	種類	175	4.	無機結合乾燥被膜による固体潤滑剤 の利用	北村 守 186
3.5	固体被膜潤滑剤の特性	177	4.1	はじめに	186
3.5.1	耐熱性	177	4.2	無機結合乾燥被膜の一般的性質	186
3.5.2	耐荷重性	177	4.3	真空中における潤滑	186
3.5.3	耐食性	178	4.4	ガスバルブへの応用	188
3.5.4	耐油性	178	4.5	工具への応用	190
3.6	膜厚, 摩擦寿命, 摩擦係数	178	4.6	大気中高温での潤滑	191
			4.6.1	高温塑性加工への応用	191
			4.6.2	その他高温下の潤滑	193

第9章 表面被覆法(その2)——溶射法

1.	溶射法の進歩	長坂秀雄 195	2.5	おわりに	203
1.1	溶射法と溶射膜	195	3.	減圧溶射	蓮井 淳 205
1.2	溶射法の進歩のあと	197	3.1	減圧溶射の必要性	205
1.3	最近の溶射法の応用例	198	3.2	減圧溶射の特質	206
1.3.1	フレーム式溶射	198	3.3	減圧溶射の応用と施工	208
1.3.2	プラズマ溶射	198	4.	セラミックス, 金属および超硬コー ティング 福林治久, R.C.Tucker	210
1.4	溶射法の将来	199	4.1	はじめに	210
2.	溶射による表面硬化	光田章一 200	4.2	コーティング法	210
2.1	はじめに	200	4.3	組織および物性	211
2.2	溶射被膜の性状	200	4.4	使用例	213
2.3	溶射材料	201	4.4.1	押出しスクリー	213
2.4	表面硬化	201			

4.4.2	バルブ	214	4.4.4	シャフトスリーブ	215
4.4.3	コンプレッサーピストン ロッドおよびポンププラン ジャー	214	4.4.5	エネルギー回収タービン	215
			4.4.6	ガスタービン・エンジン	215
			4.5	おわりに	216

第10章 表面被覆法(その3)——めっき法

1.	総論	松永正久	218	2.	クロムめっき法とその耐摩耗性	肥田 昭	234
1.1	はじめに		218	2.1	はじめに		234
1.2	クロムめっき		218	2.2	工業用クロムめっき		234
1.2.1	電着条件とかたさおよび摩 耗		218	2.2.1	素地		234
1.2.2	かたさと摩耗		219	2.2.2	めっき方法		234
1.2.3	工業用クロムの応用		219	2.2.3	めっきの種類と表面形状		234
1.2.4	シリンダのクロムめっき			2.2.4	めっき厚さと用途例		235
1.2.5	クロムめっきの耐摩耗性の 原因		221	2.3	耐摩耗性		237
1.3	ニッケル系めっき被膜		221	2.3.1	めっき面に適した相手材料		237
1.3.1	無電解ニッケル-リン合金		221	2.3.2	めっき軸と軸受の摩擦摩耗 特性		237
1.3.2	電析ニッケル合金		223	2.4	おわりに		238
1.3.3	無電解ニッケル-ホウ素合金		223	3.	無電解ニッケル・リン合金めっき	大高徹雄	241
1.4	銀めっき		224	3.1	反応機構		241
1.5	白金金属		224	3.2	めっき浴組成と管理		241
1.6	めっき熱処理と焼入めっき法		226	3.3	析出皮膜の性質		243
1.7	合金めっき		226	3.3.1	硬度		243
1.8	コンポジット		227	3.3.2	耐摩耗性		243
1.8.1	コンポジットの電着		227	3.3.3	耐食性		244
1.8.2	耐摩耗性の総括と実例		228	3.3.4	熱的性質, 電氣的性質		244
1.8.3	クロム基コンポジットの摩 耗		228	3.3.5	磁氣的性質		244
1.8.4	無電解複合めっき		229	3.4	用途		244
1.8.5	自己潤滑被膜の形成		229	4.	無電解ニッケル・ホウ素合金めっき	斉藤昌弘	247
1.9	おわりに		231				

4.1	S B H高温型めっき浴	247	6.	粒子分散型機能めっき	大高徹雄	257
4.1.1	S B H浴の皮膜物性	247	6.1	分散めっきの析出機構		257
4.1.2	S B H浴の用途	248	6.2	耐摩耗性皮膜の形成		257
4.2	A B低温型めっき浴	249	6.2.1	ニッケル		258
4.2.1	A B浴の反膜物性	249	6.2.2	コバルト		259
4.2.2	A B浴の用途	250	6.2.3	銅		259
5.	インジウムめっきと軸受への応用		6.3	自己潤滑皮膜の形成		260
	小幡恵吾, 土肥信康	252	6.3.1	二硫化モリブデン分散め		
5.1	はじめに	252		き		261
5.2	インジウムめっき浴	252	6.3.2	フッ化黒鉛分散めっき		261
5.2.1	硫酸浴	254	7.	固体滑潤剤を含む複合めっき		
5.2.2	ホウフッ化物浴	254		松村宗順	262	
5.2.3	スルファミン酸浴	254	7.1	はじめに		262
5.2.4	スルホン酸浴	254	7.2	複合めっき法		262
5.2.5	シアン浴	254	7.2.1	無機物粒子を含有する複合		
5.2.6	N T A (ニトリロ三酢酸)			めっき		262
	浴	255	7.2.2	高分子微粒子を含有する複		
5.3	鉛-インジウム合金めっき			合めっき		263
	浴	255	7.3	おわりに		264

第11章 表面被覆法(その4)——イオンプレーティング法

1.	PVDによる被覆法の総論			上		274
	松永正久	266	3.	アーク放電形高真空イオンプレーテ		
2.	イオンプレーティング装置概要			ィングとその応用	川下安司	276
	福富勝夫, 岡田雅年	270	3.1	はじめに		276
2.1	はじめに	270	3.2	アーク放電形高真空イオンプレ		
2.2	イオンプレーティングの基本構成	270		ーティングの構成		276
2.2.1	材料の気化および供給法	270	3.3	高真空中における蒸発粒子のイ		
2.2.2	イオン化法	270		オン化		276
2.2.3	基材での皮膜の形成	271	3.4	Tic, TiN膜の作製と応用		277
2.3	各種のイオンプレーティング法	272	4.	高周波イオンプレーティング		
2.4	イオン化効率の改善と膜質の向			大塚寿次	280	

4.1	はじめに	280	8.	反応性イオンプレーティングによる 炭化チタン被膜	沖 猛雄	299
4.2	高周波イオンプレーティングの 原理	280	8.1	はじめに		299
4.3	高周波イオンプレーティングの 特徴	280	8.2	炭化チタン被膜の結晶特性		300
4.3.1	イオン化率	281	8.2.1	被膜特性と反応ガスの種類		300
4.3.2	基板温度上昇	281	8.2.2	結晶配向性とイオン化電流 およびバイアス電圧		301
4.3.3	つきまわり性	281	8.3	炭化チタン被膜の機械的性質		302
4.3.4	密着性	282	8.3.1	被膜硬度と反応性ガス圧		302
4.3.5	反応性	282	8.3.2	基板温度と硬度		302
4.4	高周波イオンプレーティング装置	283	8.3.3	生成被膜の耐摩耗性		303
4.5	高周波イオンプレーティングの 応用の実際	283	9.	反応性イオンプレーティングによる TiN ハードコーティング	島田 寿	305
5.	放電プラズマ技術よりみた新しいイ オンプレーティング法	浦本上進	9.1	はじめに		305
5.1	はじめに	285	9.2	実験方法		305
5.2	最新の直流プラズマ生成技術	285	9.3	結果		306
5.3	新型実用イオンプレーティング 装置	287	9.3.1	イオンプレーティング特性		306
5.4	新型装置の特長	289	9.3.2	ハードコーティングの評価		307
6.	イオンプレーティングのトライボロ ジへの応用	大前伸夫	10.	鋼にイオンプレーティングした Cu - Sn 固体油滑膜の性質	網沢栄二, 山中久彦	309
6.1	はじめに	290	10.1	はじめに		309
6.2	イオンプレーティング薄膜とト ライボロジ	290	10.2	皮膜生成法とその特徴		309
6.3	おわりに	293	10.3	皮膜の性状		309
7.	イオンプレーティングの真空中潤滑 への応用	西村 允	10.3.1	皮膜の構造と組織		309
7.1	はじめに	295	10.3.2	皮膜の組成		311
7.2	イオンプレーティング軟金属膜 のすべり摩擦特性	295	10.3.3	皮膜かたさ		311
7.3	イオスプレーティング軟金属膜 のころがり軸受への応用	296	10.4	Cu - Sn 皮膜の潤滑性および耐 焼付き性		312
			10.4.1	潤滑性		312
			10.4.2	耐焼付き性		312
			11.	イオンプレーティングおよびCVD 処理した超硬合金工具の切削特性の		

比較	高津宗吉	314	化チタン被膜の形成	320		
11.1	切削工具への硬質コーティング とその効果	314	12.2.1	装置	320	
11.2	コーティングの種類・厚さと基材 材の効果	314	12.2.2	窒化チタン被膜の形成条件	322	
11.3	CVDとPVDの比較	316	12.3	イオンプレーティングによる窒 化チタン被膜の特性	322	
12.	窒化チタン被膜の時計外装部品への 応用	山崎徹, 越雅夫	319	12.3.1	密着性	322
12.1	はじめに	319	12.3.2	膜構造	323	
12.2	イオンプレーティングによる窒		12.3.3	硬度	324	
			12.3.4	色調	325	
			12.4	おわりに	326	

第12章 被膜法(その5) — その他のPVD法

1.	スパッタ法による被膜のトライボロ ジー	松永正久	328	1.5.5	航空宇宙技術研究所におけ る結果	338
1.1	はじめに	328	1.5.6	筆者らの研究	338	
1.1.1	スパッタリングによる薄膜 形成の歴史	328	1.5.7	矢口の実験結果	341	
1.1.2	スパッタリングの原理	328	1.5.8	密着性	341	
1.1.3	スパッタリングの利点と欠 点	329	1.6	MoS ₂ スパッタ膜の応用例	342	
1.1.4	スパッタリング装置の構造	331	1.6.1	Goddard Space Flight Centerの結果	342	
1.2	スパッタリングの応用分野	332	1.6.2	Hughes Aircraft Co. の 応用例	343	
1.3	MoS ₂ のスパッタリング概説	333	1.7	その他のスパッタ被膜	343	
1.4	MoS ₂ スパッタ膜の結晶構造と 成分	333	2.	PTFEスパッタ膜	西村 允	346
1.5	MoS ₂ スパッタ膜の摩擦特性	335	3.	PVD法によるアルミナおよびアル ミナ+TiC	榎本祐嗣, 山中一司	349
1.5.1	総論	335	3.1	はじめに	349	
1.5.2	Spalvinsの結果	335	3.2	実験方法	349	
1.5.3	Hohman Platingにおける 研究例	336	3.2.1	押し込み破壊試験	349	
1.5.4	GardosのLFW-1試験機 による結果	336	3.2.2	スクラッチ試験	350	
			3.2.3	摩耗試験	350	
			3.3	実験結果と考察	350	

3.3.1 押し込み破壊……………	350	3.3.3 摩耗試験……………	352
3.3.2 スクラッチ試験……………	351		

第 13 章 被膜法 (その 6) — C V D 法

1. C V D 総論	杉山幸三…	358	2. 摺動部品への C V D の応用	
1.1 はじめに……………		358		岡本重威…
1.2 C V D に使われる反応……………		359	2.1 はじめに……………	364
1.3 C V D 装置……………		360	2.2 C V D 皮膜の特性……………	364
1.4 C V D の平衡……………		361	2.3 切削工具への C V D の応用……………	365
1.5 C V D の速度と膜質……………		362	2.4 その他の摺動部品と C V D 適用	
1.6 被覆層に要求される因子……………		362	母材……………	366
1.6.1 密着性……………		362	2.5 C V D 量産システムにおける膜	
1.6.2 均一性……………		362	厚均一化……………	367
1.7 C V D の変形……………		363	2.6 精密摺動部品の膜厚自動制御法…	367

第 14 章 表面被膜法 (その 7) — ダイヤモンド

被膜および C B N 被膜の合成

1. ダイヤモンドの気相合成	瀬高信雄…	369	3.1 はじめに……………	380
1.1 はじめに……………		369	3.2 蒸着方式……………	380
1.2 合成装置と合成方法……………		369	3.3 蒸着特性……………	381
1.3 析出過程……………		372	3.3.1 蒸着速度……………	381
1.4 おわりに……………		372	3.3.2 膜組成……………	381
2. イオン化蒸着法によるダイヤモンド			3.3.3 膜強度……………	382
薄膜	難波義捷…	374	3.4 耐摩耗部品への適用……………	383
2.1 はじめに……………		374	3.5 レーザ蒸着法の特徴……………	384
2.2 イオンを利用した装置……………		374	4. c - B N 膜の製造と特性	佐藤 守…
2.3 I D 法による膜の性質……………		375	4.1 はじめに……………	385
2.4 膜の構造……………		376	4.2 高圧力合成法……………	387
2.5 成長機構……………		377	4.3 低圧下での C - B N 合成法……………	388
3. レーザ蒸着法による硬質膜の作製			4.4 おわりに……………	390
	峰田進栄, 安永暢男…	380		