

総論 新しいガラスとその物性 〈(株)保谷硝子 泉谷徹郎〉

1. 緒言	3
2. ガラスの科学の進歩と新しいガラスの発展	3
2.1 1950年代—ガラス転移と結晶生長理論	3
2.2 1960年代—結晶化ガラスと分相	4
2.3 1970年代—光ファイバ	6
2.4 1980年代—ガラスからアモルファスへ	7
3. まとめ	10
4. 追記—ガラス製造技術の進歩	10
文献	11

第1章 分相と結晶化 〈長岡技術科学大学 横田良助〉

1. はじめに	15
2. スピノダル分解	16
2.1 スピノダル分解のCahnの理論	16
2.2 Cookの理論	18
2.3 スピノダル分解のミクロな理論と計算機実験	19
2.4 相互作用距離が長い場合	22
2.5 大きな原子間相互作用距離Rと大きな λ_c との関係	23
2.6 f'' 及び \tilde{D} の緩和	25
2.7 緩和と熱ゆらぎをとり入れたガラスのスピノダル分解の理論	27
2.8 ガラスのスピノダル分解の実験の解析	30
2.9 $0.132\text{Na}_2\text{O} \cdot 0.868\text{SiO}_2$ (mol分率) ガラスの場合	33
2.10 λ_m の大きな非晶質金属の場合	34
2.11 スピノダル分解の後期段階	35
2.12 ガラスのスピノダル分解のまとめ	36
3. 核生成—成長機構による分相	36
4. 分相の物性への影響	38
5. 分相の結晶化への影響	40
文献	43

第2章 多孔質ガラス及び高ケイ酸ガラス (大阪工業技術試験所 江口清久)

1. 多孔質ガラス	47
1.1 概要	47
1.2 製造方法と性質	48
1.2.1 母体ガラス組成と性質	48
1.2.2 熱処理と性質	50
1.2.3 酸処理と性質	52
1.3 用途に適した製造法の選定	57
1.3.1 ガス分離膜	57
1.3.2 液体用分離膜	59
1.3.3 電解隔膜	63
1.3.4 酵素及びクロマトグラフィー用担体	64
1.3.5 触媒担体	66
1.4 新しい応用の可能性	66
2. 高ケイ酸ガラス	68
2.1 概要	68
2.2 製造方法と性質	70
2.3 用途	74
文献	76

第3章 結晶化ガラス

1. 結晶化ガラス (京都大学 作花清夫)	81
1.1 緒言	81
1.2 ガラスの結晶化の概論	83
1.3 結晶核形成	83
1.3.1 幼核と結晶核	83
1.3.2 結晶核の形成速度	84
1.3.3 均一核形成速度の測定	87
1.3.4 不均一核形成	89
1.3.5 非定常核形成	91

1.3.6	表面核形成	93
1.3.7	分相の影響	94
1.3.7.1	ガラスの分相	94
1.3.7.2	結晶核形成に対する分相の影響	95
1.4	結晶の成長	95
1.4.1	結晶化によって組成の変化がおこらない場合の結晶成長	96
1.4.1.1	正規成長	96
1.4.1.2	らせん転位成長	97
1.4.1.3	表面核形成による成長	97
1.4.1.4	還元成長速度	98
1.4.1.5	融解エントロピーに基づく結晶成長挙動の考察	99
1.4.2	融液の組成変化がおこる場合の結晶化	100
1.4.3	結晶成長挙動の観察例	102
1.4.3.1	組成変化のない場合	102
1.4.3.2	大きい組成変化のある場合	105
1.4.4	結晶化速度	106
1.4.5	結晶の二次成長	107
1.4.6	結晶成長にたいする水分の影響	108
1.4.7	結晶成長速度の測定	108
1.5	結晶化ガラス製品	110
1.5.1	結晶化ガラスのあらまし	110
1.5.2	建材用大理石結晶化ガラス	111
1.5.3	マイカ結晶化ガラス	112
1.5.4	人工骨用結晶化ガラス	113
1.5.5	感光結晶化ガラス	113
1.5.6	その他の結晶化ガラス	114
1.6	おわりに	115
文献	115
2.	ゼロ膨脹結晶化ガラス 〈株保谷硝子 中川賢司〉	120
2.1	ガラス組成と析出結晶相	120
2.2	ゼロ膨脹結晶化ガラスの生成過程	125

a) ゼロ膨脹結晶化ガラスの製造工程	125
b) ゼロ膨脹結晶化ガラスの生成過程	126
2.3 ゼロ膨脹結晶化ガラスの性質と用途	135
1) ゼロ膨脹結晶化ガラスの性質	135
2) ゼロ膨脹結晶化ガラスの用途	140
文献	142

第4章 フォトクロミックガラス 〈大阪工業技術試験所 守屋喜郎〉

1. まえがき	147
2. フォトクロミックガラスの種類と特徴	147
2.1 感光性の結晶を含まない(均質)ガラス	147
2.2 感光性の結晶を含むガラス	149
3. ハロゲン化銀を含むフォトクロミックガラス	150
3.1 母体ガラスの組成、製造方法及び構造	150
3.2 フォトクロミズムの機構	152
3.3 着色中心	156
3.4 フォトクロミック特性に影響を与える因子	160
3.4.1 母体組成の効果	160
3.4.2 ハロゲンの相互置換の影響	162
3.4.3 微量成分の効果	163
3.4.4 2段階熱処理の効果	166
3.5 暗化と退色のカイネティックス	167
3.6 特殊な暗化挙動を示すガラス	170
3.7 特徴ある製造方法	171
4. フォトクロミックガラスの応用	172
5. むすび	176
文献	177

第5章 感光性ガラス

1. 光とガラスの相互作用 〈京都大学 曾我直弘〉	185
1.1 可視光線	185

1.2	紫外線およびX線	186
1.3	着色安定化	187
2.	各種感光性ガラスの作製と特性	191
2.1	金属コロイド系	191
(a)	感光性着色ガラス	191
(b)	感光性オパールガラス及び化学切削用感光性ガラス	193
(c)	ポリクロマティックガラス	195
2.2	非金属コロイド系	197
(a)	光結晶化の利用	197
(b)	感光銀拡散の利用	197
3.	感光性ガラスの応用 〈(株)保谷硝子 山下俊晴〉	198
3.1	化学切削性感光性ガラスの特徴	198
3.2	諸特性	199
3.3	製造工程	199
3.4	加工寸法と精度	204
3.5	応用	205
	文献	213

第6章 レーザガラス 〈(株)保谷硝子 泉谷徹郎, 虎溪久良〉

1.	はじめに	217
2.	希土類イオンの発光特性	218
2.1	輻射特性	218
2.2	非輻射特性	225
3.	レーザーガラスの特性	232
3.1	発振特性	232
3.2	増幅特性	234
3.3	その他の特性	235
4.	ガラスレーザーの現状と展望	238
4.1	核融合用大出力レーザー	238
4.2	高効率化	240
4.3	高繰り返し化	242

4.4 高平均出力レーザの提案	244
4.5 その他のガラスレーザ	245
5. まとめ	246
文献	246

第7章 レーザ関連ガラス

1. ファラデー回転ガラス 〈株式会社保谷硝子 浅原慶之〉	253
1.1 ファラデー回転ガラスの応用	253
1.2 ファラデー効果の原理	255
1.3 反磁性ガラスの実例	258
1.4 常磁性ガラスの実例	260
文献	263
2. 核融合用レーザ反射防止ガラス 〈株式会社保谷硝子 浅原慶之〉	265
2.1 レーザ反射防止ガラスの作製法	265
2.2 分相ガラスをリーチングする方法	266
(1) 製造過程	266
(2) 反射防止層の特性	266
(3) 反射防止層の構造	268
(4) 処理条件の影響	270
2.3 中性溶液でリーチングする方法	274
2.4 ゼル-ゲル反応を利用する方法	276
文献	279
3. アサーマルガラス 〈株式会社保谷硝子 虎溪久良〉	281
3.1 アサーマルガラスとは	281
3.2 アサーマル特性とガラス組成の関係	282
3.3 アサーマルガラスの応用例	286
文献	287
4. レーザ核融合用微小球ガラス 〈大阪工業技術試験所 小見山亨, 野上正行〉	288
4.1 はじめに	288
4.2 HGMに対する主な要求	290
4.3 HGMの製造方法	290

4.3.1 液滴法	291
4.3.2 ゲル法	292
4.4 HGMの特性	298
4.4.1 形状	298
4.4.2 ガスの透過速度	299
4.4.3 HGMの強度	301
文献	302

第8章 音響光学用ガラス 〈株保谷硝子 泉谷徹郎、増田勲〉

1. 光偏向技術と音響光学素子	307
1.1 レーザビームの偏向変調技術	307
1.2 超音波光偏向の理論と音響光学素子ガラスの物性条件	307
2. 音響光学素子ガラスの性能評価とその物性	310
2.1 ガラスと結晶材料の音響光学特性	310
2.2 フィギュア・オブ・メリットの物性とその測定	312
2.3 音響光学素子ガラスの超音波吸収の物性	314
2.4 光透過特性, およびその他の必要な性能	318
2.5 音響光学用ガラスの今後の方向	320
3. 音響光学用ガラス素子の設計と性能	322
3.1 光変調ガラス素子	322
3.2 光偏向ガラス素子	327
3.3 音響光学ガラス素子機器の実用例と今後の方向	327
文献	329

第9章 遅延線ガラス 〈株保谷硝子 浅原慶之〉

1. 遅延線ガラス開発の歴史	335
2. ガラス遅延線の応用例	336
2.1 カラーテレビジョンへの応用	336
2.2 VTRへの応用	337
2.3 その後	338
3. 遅延線ガラスに必要な特性	338

4. 遅延線ガラスの組成と特性	340
4.1 遅延時間の温度特性	340
4.2 温度特性に対する熱処理の効果	344
4.3 経時変化	345
4.4 減衰特性	346
(1) ガラス網目成分による超音波吸収	346
(2) アルカリ酸化物の効果	348
(3) アルカリ混合効果	350
(4) 2価成分の効果	350
5. 遅延線ガラスの実例	351
文献	354

第10章 アモルファススイッチング半導体と光メモリー

1. アモルファススイッチング半導体 〈三洋電機(株) 桑野幸徳〉	359
1.1 アモルファスデバイス時代	359
1.2 アモルファス半導体	359
1.3 アルコゲナイド系アモルファス半導体	360
1.4 カルコゲナイドアモルファス半導体スイッチングデバイス	362
1.5 テトラヘドラル系アモルファス半導体デバイス	365
1.6 まとめ	369
文献	369
2. 光メモリー 〈松下電器産業(株) 竹永睦生〉	370
2.1 緒言	370
2.2 光メモリーシステムの概要	372
2.3 酸化物系光メモリー薄膜	374
2.4 書き換え可能なメモリー薄膜	385
2.5 結言	392
文献	393

第11章 赤外透過用ガラス 〈大阪工業大学 土橋正二〉

1. 緒言	397
-------------	-----

2. 酸化物ガラス	398
2.1 珪酸塩ガラス	398
2.1.1 一成分系ガラス	398
2.1.2 二成分系ガラス	398
2.1.3 三成分系ガラス	398
2.1.4 多成分系ガラス	398
2.2 アルミン酸塩ガラス	398
2.3 ヴァナジン酸塩ガラス	404
2.4 ゲルマン酸塩ガラス	405
2.5 亜アンチモン酸塩ガラス	406
2.6 亜テルル酸塩ガラス	406
3. カルコゲナイドガラス	407
3.1 カルコゲナイドガラスの特色	407
3.2 ガラス化範囲	407
3.3 光学的性質	411
3.3.1 赤外透過	411
3.3.2 屈折率	416
3.4 熱的性質	418
3.5 化学的性質	424
3.6 カルコゲナイドガラスの構造	425
3.6.1 硫化物ガラス	427
3.6.1.1 As-S系ガラス	427
3.6.1.2 As-S-Sb系ガラス	430
3.6.1.3 As-S-Tl、As-S-Ag系ガラス	432
3.6.1.4 Ge-S系ガラス	434
3.6.1.5 Ge-S-Ag、P-S-Ag系ガラス	436
3.6.2 セレン化物、テルル化物ガラス	437
4. 結晶および金属の赤外透過	440
4.1 光学結晶	441
4.2 金属および半導体	441
4.3 赤外透過フィルタ	441

5. 結言	441
文献	444
第12章 化学強化ガラス (日本板硝子株 水島英二)	
1. はじめに	451
2. いろいろな化学強化法	452
3. 低温型イオン交換強化法	455
3.1 強化の原理	455
3.1.1 イオン交換と拡散	456
3.1.2 応力の発生と緩和	459
3.2 イオン交換用溶融塩	461
3.2.1 溶融塩	461
3.2.2 溶融塩の汚染	462
3.2.3 スプレー法	467
3.3 ガラス組成	469
3.3.1 2成分系ガラス	470
3.3.2 3成分系ガラス	471
3.4 多成分系ガラス	474
3.5 化学強化の改良法	476
3.5.1 直流電圧印加法	476
3.5.2 多段階処理法	479
4. 化学強化ガラスの諸性能	481
4.1 実用ガラスの強度	481
4.1.1 ソーダライムガラス	483
4.1.2 ホウケイ酸ガラス	485
4.1.3 鉛ガラス	487
4.2 化学強化板ガラスの諸性能	488
4.2.1 応力分布	488
4.2.2 曲げ強度	489
4.2.3 衝撃強度	491
4.2.4 耐熱強度	492

4.2.5 耐候性	493
5. むすび	494
文献	494

第13章 放射性廃棄物処理ガラス 〈大阪工業技術試験所 寺井良平〉

1. 放射性廃棄物の発生と処理・処分	501
1.1 高レベル廃棄物	501
1.2 低・中レベル放射性廃棄物	503
2. ガラス固化処理技術	503
2.1 ガラス固化処理技術開発の動向	503
2.2 メタリックメルター	504
2.3 セラミックメルター	506
2.4 その他のガラス固化処理技術	511
2.5 低・中レベル廃棄物のガラス熔融固化	515
2.6 ガラス固化体の貯蔵と処分	517
3. ガラス固化体の性能評価	517
3.1 安全性評価の基準	517
3.2 化学的耐久性(浸出率)	522
3.3 熱的特性	531
3.4 耐放射線性	534
4. ガラス工業、ガラス科学への波及効果	537
4.1 ガラス工業への影響	537
4.2 ガラス科学への影響	538
文献	539

第14章 光センイ 〈古河電気工業(株) 黒羽敏明〉

1. 光ファイバの特性	547
1.1 光ファイバの構造	547
1.2 損失	548
1.2.1 吸収損失	549
1.2.2 散乱損失	550

1.3 機械強度	552
2. 光ファイバ製造法	554
2.1 材料	554
2.2 母材合成法	556
2.2.1 内付け法(MCVD法)	556
2.2.2 軸付け法(VAD法)	558
2.2.3 外付け法(OVPO法)	561
2.2.4 CVD反応生成物の性状	562
2.3 線引き法	563
文献	565

第15章 屈折率分布型レンズ 〈日本板硝子(株) 北野一郎〉

1. 緒言	569
2. 屈折率分布型ロッドレンズの基本特性	570
2.1 不均質媒質内の光線方程式	570
2.2 放物線型屈折率分布と理想分布との比較	573
2.3 近軸光線結像特性	575
2.4 ロッドレンズの開口数とFナンバー	580
2.5 屈折率分布定数および収差	584
3. 屈折率分布型レンズの製法	588
3.1 イオン交換法	588
3.2 電界イオン移入法	593
3.3 分子スタッフィング法	595
3.4 気相法	596
3.5 電子線直接描画法	598
4. 光線変換系への応用	599
4.1 光源結合系	599
4.2 平行レンズ対	600
4.3 軸ずれ入射系	601
4.4 等倍正立結像系	601
4.5 ビームスポット集束系	603

5. おわりに	605
文献	605

第16章 フッ化物ガラス (古河電気工業(株) 大沢和哉)

1. ガラス形成および組成	612
1.1 フッ化物のガラス形成	612
1.2 フッ化物ガラスの安定性	614
1.3 フッ化物ガラスの組成	618
1.4 ガラスの作製法	620
2. ガラスの構造とその解析	621
2.1 ガラス物性と構造解析	621
2.2 フッ化物ガラスの構造	623
3. フッ化物ガラスの物性	626
3.1 光透過性	626
3.2 屈折率と分散	630
3.3 光の散乱	633
3.4 機械的特性	635
3.5 熱的特性	638
3.6 化学的耐久性	640
3.7 電気的性質	641
3.8 その他の性質	643
4. フッ化物ガラスの応用	644
4.1 超低損失光ファイバ	644
4.2 その他の応用	645
文献	647

第17章 オキシナイトライドガラス(窒素含有ガラス)(無機材質研究所 牧島亮男)

1. はじめに	651
2. オキシナイトライドの種類と作成法	652
2.1 作成法	652
2.1.1 N ₂ 気体, アンモニアガスの吹き込み法	652

2.1.2	多孔質ガラスの高温アンモニア処理法	653
2.1.3	ゾルーゲル法と高温アンモニア処理法	654
2.1.4	高温熔融法	654
2.1.5	窒素加圧下高温熔融法	654
2.1.6	気相合成法	655
2.2	オキシナイトライドガラスの種類	655
3.	オキシナイトライドガラスの性質	658
3.1	ガラス転移点、徐冷点、熱膨張係数	658
3.2	機械的性質	659
3.2.1	硬度	659
3.2.2	ヤング率	661
3.2.3	強度	662
3.2.4	破壊じん性値	662
3.3	粘性	663
3.4	化学的性質および水分	665
3.5	光学的性質	666
3.6	電気的性質	669
4.	オキシナイトライドガラスの構造	671
5.	おわりに	674
	文献	674

第18章 ゾルーゲル反応〈東京工業大学 山根正之〉

1.	はじめに	679
2.	アルコキシド法の概略	680
3.	アルコキシド法の特徴	682
4.	原料金属アルコキシドの合成	683
4.1	直接的な合成	683
4.2	アルコールの交換による合成	685
5.	ゾルーゲル反応	686
5.1	加水分解用の水のpHとゲル化時間	686
5.2	水のpHによるゾルーゲル反応過程の相違	687

5.3	水のpHおよびゲル化温度と生成するゲルの性質	691
5.4	添加する水の量の影響	692
6.	ゲルの加熱による変化	692
6.1	OH基および有機物含有量の変化	692
6.2	ゲル中の細孔の消失	696
7.	塊状ガラス	698
7.1	ゲルの直接焼結による塊状ガラスの作製	698
7.1.1	塊状ゲルの作製	698
7.1.2	ゲルの加熱プログラム	700
7.2	ホットプレスによる塊状ガラスの作製	702
8.	繊維状ガラス	703
9.	薄膜状ガラス	706
9.1	薄膜コーティングと問題点	706
9.2	薄膜コーティングの応用例	707
10.	多成分系ガラスの均質度	708
11.	低温合成法で得られる新しいガラス	711
11.1	2液分離をおこす組成域のガラス	711
11.2	難溶融性ガラス	713
11.3	窒素含有ガラス	714
12.	ガラスセラミックス	714
13.	アルコキッド法以外のゾル-ゲル反応によるガラスの合成	715
	文献	718

第19章 アモルファスメタル(非晶質金属) (長岡技術科学大学 横田良助)

1.	概説	725
2.	作成法と形成条件	725
2.1	液体急冷法	725
2.2	液体急冷法によるアモルファス形成条件	727
3.	アモルファス金属の構造	730
3.1	高密度無秩序集合体(DRP)の構造解析	730
3.2	アモルファス合金のDL C構造模型	732

3.3	化学的短範囲構造	734
4.	熱的安定性	735
4.1	低温の構造緩和	736
4.2	結晶化過程	740
4.3	延性の変化(脆化)	743
5.	軟磁性	745
5.1	はじめに	745
5.2	(Fe、Co、Ni) - (メタロイド)系アモルファス合金の強磁性	745
5.3	磁区構造	746
5.4	軟磁性の改善	747
5.4.1	構造緩和	747
5.4.2	誘導磁気異方性	748
5.4.3	磁区固着	749
5.5	軟磁気特性	750
5.5.1	零磁歪高透磁率合金	751
5.5.2	回転磁界冷却	753
5.5.3	高周波用合金	753
5.5.4	高磁化低損失合金	754
5.6	軟磁性以外の磁氣的機能性	755
5.6.1	磁歪特性	755
5.6.2	インバー特性	756
6.	アモルファス合金の電子的性質	756
6.1	金属-メタロイドアモルファス合金のDOS	757
6.2	電気抵抗	760
6.2.1	アモルファス合金の電気抵抗の特徴	760
6.2.2	電気抵抗のZiman理論とその拡張	760
6.2.3	応用例	763
7.	超伝導性	764
8.	機械的性質	766
9.	化学的性質とその応用	767
9.1	耐食性	767

9.2 水素吸蔵特性	769
9.3 触媒	769
文献	769

第20章 アモルファスシリコン 〈大阪大学 浜川圭弘〉

1. 新電子材料としてのアモルファスシリコン	777
2. アモルファスシリコンの物性	778
2.1 アモルファスシリコンとその構造	778
2.2 局在準位と価電子制御	781
2.3 光学的ならびに光電的性質	784
2.4 電場ドリフト型光起電力効果	785
3. アモルファスシリコンの製造法	788
3.1 製造法の分類	788
3.2 プラズマ分解法	789
4. アモルファスシリコンの技術応用	793
4.1 技術応用上からみた特質	793
4.2 膜質改善をめざした技術的試み	797
4.3 アモルファス太陽電池	798
4.4 薄膜トランジスタ	802
4.5 カラーセンサ、固体撮像装置	803
文献	804

第21章 生体用ガラス 〈京都大学 小久保正〉

1. はじめに	813
2. 硬組織の構成と性質	814
3. 硬組織修復材料の条件	815
4. 硬組織修復用セラミックスの種類	815
5. 歯修復用ガラス関係材料	817
5.1 CaO-Al ₂ O ₃ -P ₂ O ₅ 系結晶化ガラス	817
5.2 K ₂ O-MgF ₂ -MgO-SiO ₂ 系結晶化ガラス	817
5.3 LiO ₂ -K ₂ O-MgO-B ₂ O ₃ -Al ₂ O ₃ -SiO ₂ -F系結晶化ガラス	818

6. バイオイナートな骨修復用ガラス関係材料	818
6.1 MgO-Al ₂ O ₃ -TiO ₂ -SiO ₂ -CaF ₂ 系結晶化ガラス	819
7. バイオアクティブな骨修復用ガラス関係材料	819
7.1 CaO-Al ₂ O ₃ -P ₂ O ₅ 系多孔性結晶化ガラス	820
7.2 CaO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ -P ₂ O ₅ 系ガラス繊維	821
7.3 Na ₂ O-CaO-SiO ₂ -P ₂ O ₅ 系ガラス	821
7.4 Na ₂ O-K ₂ O-MgO-CaO-SiO ₂ -P ₂ O ₅ 系結晶化ガラス	823
7.5 CaO-P ₂ O ₅ 系配向性結晶加ガラス	825
7.6 MgO-CaO-SiO ₂ -P ₂ O ₅ 系結晶化ガラス	826
8. あとがき	828
文献	829

第22章 水和ガラス (長岡技術科学大学 高田雅介、レンスレア工科大学 友沢稔)

1. はじめに	835
2. 水和ガラスの合成法	836
2.1 微量の水を含むガラス	836
2.2 多量の水を含むガラス	837
3. ガラス中の水の識別と定量	839
4. 水和ガラスの物性	842
4.1 密度	842
4.2 屈折率	845
4.3 ガラス転移点	845
4.4 電気伝導度	848
4.5 誘電特性	851
4.6 化学的耐久性	856
4.7 機械的性質	858
4.8 放射線による着色	860
文献	865

第23章 ガラス繊維補強セメント(GRC) (旭硝子(株) 香沼武彦)

1. はじめに	871
---------------	-----

2. 耐アルカリガラス繊維とGRCの歴史	871
3. 耐アルカリガラス繊維	873
3.1 耐アルカリガラス繊維の必要条件	873
3.1.1 耐アルカリ性能	873
3.1.2 耐水性能	875
3.1.3 ガラスの連続繊維	875
3.1.4 ガラス繊維のコスト	877
3.2 耐アルカリガラス繊維の製造	878
3.2.1 ガラスの溶解	879
3.2.2 ガラスの繊維化	881
3.3 耐アルカリガラス繊維の物性	882
3.3.1 ガラス繊維組成と温度特性	882
3.3.2 ガラス繊維の性能	884
4. ガラス繊維補強セメント(GRC)	885
4.1 GRCの製造	885
4.1.1 ダイレクトスプレー法	887
4.1.2 スプレーサクション法	888
4.1.3 プレミックス鑄込み法	889
4.1.4 プレス法	889
4.1.5 押し出し法	890
4.1.6 モルタルインジェクション法	891
4.1.7 遠心成形法	892
4.2 GRCの物性	893
4.2.1 応力-歪特性と衝撃強さ	893
4.2.2 ガラス繊維の含有量、長さや強度	895
4.2.3 長期耐久性	896
4.3 GRCの応用	898
4.3.1 ダイレクトスプレー法によるGRC製品	899
4.3.2 スプレーサクション法によるGRC製品	899
4.3.3 プレミックス法によるGRC製品	902
4.3.4 機械成形法によるGRC製品	904

4.3.5 特殊成形法によるGRC製品	904
5. おわりに	908
文献	909
第24章 超イオン伝導ガラス〈大阪府立大学 南 努〉	
1. はじめに	913
2. 銀イオン伝導ガラス	914
2.1 ガラス生成域	914
2.2 伝導度と電解質特性	916
2.3 ガラスの利点	918
2.4 ガラス構造	920
2.4.1 AgI-Ag ₂ O-MoO ₃ 系	920
2.4.2 AgI-Ag ₂ O-P ₂ O ₅ 系	922
2.4.3 AgI-Ag ₂ O-B ₂ O ₃ 系	923
2.4.4 AgI-Ag ₂ O-GeO ₂ 系	924
2.4.5 モル体積	925
2.5 イオン伝導の機構	925
2.5.1 伝導の活性化エネルギー	926
2.5.2 伝導度に及ぼすアニオンの置換効果	928
3. リチウムイオン伝導ガラス	932
3.1 ガラス生成域	934
3.2 伝導度の組成依存性	935
3.3 ガラス構造	938
3.4 その他のアルカリイオン伝導ガラス	939
4. 実用化の期待	939
4.1 固体電池	939
4.2 エレクトロクロミズム	942
5. 今後の発展	943
文献	946

