

モノづくりの常識を変える
ラピッドプロトタイピング

— 簡単・早い・こんなことまで —

2005年7月発行

定価55,000円（消費税込み）

住ベリサーチの調査研究レポート

住ベリサーチ株式会社
技術調査部
〒140-0002 品川区東品川2-5-8
天王洲パークサイドビル16F
TEL 03-5462-7051
FAX 03-5462-7040

目 次

1. 緒 言	1
2. 調査方法・調査範囲	2
3. ラピッドプロトタイピング(RP)とは	3
3. 1. 定義と位置付け	3
3. 2. 発展への背景	4
1) 光造形RPの改良・進歩	4
2) 各種RP技法の開発	4
3) 三次元CADの普及とソフトの開発・進歩	5
4) 市場の動向	5
4. RPに採用されている方式	7
4. 1. 代表的なRP法	7
1) 光造形積層法 (Stereo Lithography)	7
2) 熱溶融樹脂積層法 [別名:押し出し法] (FDM)	8
3) 粉末焼結積層法 (SLS)	9
4) シート積層法 (LOM)	10
5) インクジェット積層法 [別名:三次元プリンタ] (Ink-Jet)	10
4. 2. 新しい微細RP法	11
1) 集束イオンビームによるナノ造形法	11
2) マイクロ光造形法 (IHプロセス)	12
3) 2光子マイクロ造形法	13
4. 3. 装置・方法の関連特許	14
5. RPに採用されている材料	20
5. 1. 光硬化性樹脂	20
1) 基本的な特性	20
2) 開発の動向	21
3) 市場で求められる樹脂特性の推移	21
4) 市販品の状況	22
5) 関連特許	24
5. 2. 粉末樹脂、金属、セラミックス他	32
5. 3. 材料別の応用例	35
1) 合成樹脂系	35
2) 金属・セラミックス系他	41

6. 応用展開の分類と考え方	44
7. 用途・機能別の応用展開	45
7.1. 自動車部品	45
1) 導入の背景	45
2) 開発段階に於けるRPの活用	45
3) 開発から生産工程へのRP活用	45
4) 応用例	47
(1) エンジンのシリンダーヘッド(樹脂モデル)	47
(2) 複雑な内空間を有するエンジン関連部品(casting用砂型)	47
(3) タイヤ製造用コア(製造用部品)	48
(4) フィラーボックスとフロアパネル(成形用の積層金型)	49
(5) ディーゼル車の集塵フィルタ(セラミックスフィルタ)	50
(6) エンジン用マニホールドモデル(特性試験用モデル)	51
(7) 自動車のグローブボックス蓋(成形金型用電鍍殻)	51
(8) 自動車用配線回路体(ワイヤーハーネス等)	53
(9) 関連する適用例(風洞試験用模型)	53
(10) サービスビューロー業界でのRP活用例	54
(11) その他の適用部品例	55
5) 関連特許	56
7.2. 家電製品・OA機器他	57
1) 導入の背景	57
2) 開発段階におけるRPの活用	57
3) 開発から生産体制へ	58
4) 応用例	59
(1) 購入者が希望するデザイン製品	59
(2) 一般家電部品への適用例	59
(3) ABS樹脂によるモデル	61
(4) 耐水性に優れた機能部品	61
(5) 携帯電話機等の成型型	62
(6) 携帯電話機筐体モデル例での実装テスト	63
(7) 製品の熱流実験モデル	63
(8) カメラ開発時の筐体デザイン	64
5) 関連特許	64
7.3. 型・治工具	65
7.3.1 型製作	65
1) RP導入の背景と条件	65
2) 型の種類	65
(1) 樹脂型	65
(2) 金属型	65

3) 直接製作型の特徴と動向	66
4) 樹脂型の応用例	67
(1) 高精度・耐久性に優れた樹脂型	67
(2) 反りの少ない樹脂型	67
(3) 比較的耐熱性のある簡易型	68
5) 金属型への応用例	69
(1) 温度調節に最適な流体経路の形成	69
(2) 超合金金製金型による精密製品等への応用	70
(3) 高品質の成形品を得るための金型製作でのRPの各種工夫	71
(4) 金型造形の作業性改良	72
(5) 高密度・機械的強度の大きい金型	73
(6) SLS式RPでの金型製造プロセス例	73
6) RPサービスビューロー業界での例	74
7.3.2 各種型・治工具への応用例	74
1) 射出成形用金型	74
2) プレス成形用型	80
3) 押出成形用口金	83
4) 圧空・真空型	84
5) パルプモールド用抄型	85
6) 治工具類	88
(1) 放電加工用電極	88
(2) マスター工具	89
(3) パターン形成用筒型モールド	89
7.3.3 関連特許	90
7.4 鋳造	92
1) 導入の背景	92
2) 鋳造用模型	92
(1) マイクロ製品の精密鋳造用模型	93
(2) 型崩れがなく高い形状精度の消失原型	93
(3) 鋳型材の亀裂を防止する消失模型：マスターモデル	94
3) 応用製品例	95
(1) 大型・複雑な形状の鋳物(多段ポンプ等)	95
(2) チタン製精密鋳造品	96
(3) 水車翼の鋳物	96
(4) オイルポンプのケーシング	97
(5) インレットマニホールド(サージングタンク)	97
(6) 砂型鋳造品、精密鋳造品への応用例	97
4) 直接製作鋳型	98
(1) レジン被覆砂を用いた精密なシェル鋳型	98
(2) 軽量化及びコンパクト化された鋳造用砂型	99

(3) 中空部を有する鋳造品成形用型枠	100
(4) 簡便な鋳型製作	101
(5) V6/4バルブシリンダーヘッドの砂型	101
(6) 鋳造の効率化が図られた鋳型	101
5) 関連特許	102
7.5. 機構部品(機械分野他)	103
1) 駆動機械(原動機等)部品	103
(1) タービン翼	103
(2) 高圧大型ポンプの羽根車	103
(3) 大型の金属機構部品他	105
(4) プラスチック製羽根車	106
2) 複雑な機構・機能部品	106
(1) フィルタ用のハニカム体や曲がり管	106
(2) 構成部を一体化した機械部品(モーター等)	107
(3) 微細穴を有する機能部品	107
(4) 傘歯車鋳造金型	108
(5) 微細な金属部品	108
(6) 微細な構造物を型として、作製される金属造形物	109
(7) 金属とセラミックスの複合造形体	109
3) 関連特許	110
7.6. 建築物・地形関係	111
1) 建築モデル	111
2) 立体地図他	112
(1) 三次元都市模型	112
(2) 立体的模型とシミュレーション	112
3) 関連特許	112
7.7. 宝飾・芸術・学芸他	113
1) 宝飾品	113
(1) 装飾品	113
(2) 宝飾品に関するサービスビューローの例	114
(3) 貴金属製品	115
(4) 新しい微細加工による工芸品	115
2) 芸術・ホビー	116
(1) 発光性立体構造物(例：人工発光毛髪、人工発光繊維)	116
(2) カメラ画像から実立体モデル作成	116
(3) 美容師の櫛と魚釣り用ルアー	117
(4) 簡単に使える三次元ソフトの応用	117
(5) コンピュータグラフィックス(CG)データを活用した曲面表現	118
(6) 高弾性発泡体	118
(7) 模型の受注納品管理システム	119

3) 教育・学芸	119
(1) 分子模型	119
(2) 組立式生物模型	119
(3) コンピュータ古生物学での活用	120
4) 光学部品	120
(1) 水中でつくるレンズ	121
(2) レンズ部品(プリズムレンズ、球面レンズアレイ)	121
(3) 微小レンズなどの光学素子	123
5) 関連特許	123
7.8. 立体画像	124
1) 製品上の立体装飾画像(皮革、布、紙等の表面)	124
(1) 皮革製品上の立体装飾	124
(2) 生地上の立体描画	124
(3) 曲面や凹凸のある製品上への立体描画	124
(4) セラミックス部材への描画	125
(5) 立体絵柄形成方法	125
2) 立体ディスプレイ・文字他	126
(1) 看板や広告用の立体ディスプレイ	126
(2) 半立体画像・文字	127
3) 関連特許	128
7.9. 医療・バイオ分野	129
1) 人体・骨格・臓器等のモデル	129
(1) 医療モデルの例	129
(2) 人工骨	129
(3) デンタルインプラント埋入手術顎模型	130
2) 医療関連用品	131
(1) 補聴器用シェル	131
(2) 義肢ソケット	132
(3) 義足	133
(4) 眼鏡枠	133
3) 処置・手術のシミュレーションへの応用	134
(1) 各研究機関、医療施設等の状況	134
(2) CT及びMRIの概要	138
(3) ハリウッド映画「ミクロの決死圏」実現の夢も視野に	138
4) 化学ICの医療バイオへの応用	139
(1) 化学ICの応用	139
(2) DNAチップへの応用	141
(3) 微小化学反応装置	142
(4) マイクロ光造形RP活用の技術上の意義	143
5) 関連特許	144

7.10. エレクトロニクス・光関連	145
1) 半導体、通信機器の電子部品	145
(1) チップ型固体電解コンデンサ	145
(2) 機能モジュール部材を一体内蔵した電子製品	146
(3) 三次元電子配線	146
(4) プローブカードを用いる回路検査装置	148
(5) 配線パターン形成方式	148
(6) 立体構造を有する回路部品の製造方法	149
(7) Ink-Jet技術を用いたRP技法による回路基板への応用	150
2) 光通信部品(フォトリソグラフィ結晶への応用他)	150
(1) フォトリソグラフィ結晶を構成する三次元構造体	151
(2) 光導波路部品	153
(3) 三次元光導波路の関連情報	155
3) 関連特許	156
7.11. 微細RP法によるマイクロ部品・マシンへの応用展開	157
1) 集束イオンビームを用いたRP法による試み	157
2) マイクロ光造形(IHプロセス)・2光子マイクロRP法による試み	158
(1) マイクロ光造形(IHプロセス)	158
(2) 2光子吸収光マイクロ造形RP法による試み	159
3) 各種マイクロ造形RP法の試み	162
(1) 表面仕上げと精度の高い微細部品	162
(2) 全体が1mm以下のマイクロ部品	162
(3) 極薄の積層厚さによる高精度の部品	163
(4) マイクロマシン関係	163
(5) ナノグラフィット立体構造体	165
(6) 金属複合材料による機能部品・モデル	166
(7) グリーンテープを用いたレーザーマイクロ積層造形法	166
(8) マイクロ構造の光圧回転体	167
4) 関連特許	168
7.12. 着色造形RPの応用展開	169
1) RP技法における着色造形	169
(1) 冷却固化式光造形RPによる着色造形	169
(2) 多色・カラー造形	170
(3) 波長依存性発色剤を使ったカラー造形	170
(4) 断面彩色データによるカラー造形	170
(5) シート積層での彩色造形	172
(6) カラー三次元プリンタRPの性能向上例	172
2) 関連特許	173

8. RP応用展開の将来展望	174
1) 応用展開の現状	174
2) 応用展開の進展と課題	174
(1) 各RP方式の進展と課題	174
(2) 製品分野での進展と課題	175
3) 課題解消と新しい応用展開の見通し	176
(1) RP技法の効果的適用と進展	176
(2) 製品分野での新しい展開	178
4) まとめ	178
RPに関連する装置ベンダー一覧表	180
RPサービスビューロー一覧表	182
略 語 表	185
参考文献	186