



목 차

3D 프린팅(프린터, 소재) 시장,기술 전망과 국내외 참여업체 사업전략

I. 3D 프린팅 개요 및 활용사례 분석	23
1. 3D 프린팅의 개요	23
1-1. 개념 및 유래	23
1) 개념 및 구조	23
2) 개발 연혁	25
1-2. 작동원리와 과정	27
1-3. 프린팅 방식 분류	28
1) 액체 기반 방식(SLA)	30
2) 파우더 기반 방식(SLS)	32
3) 고체 기반 방식(FDM)	33
4) 선형 분사 방식	35
2. 3D 프린팅이 주목받는 이유	37
3. 4D 프린팅 기술 출현	39
4. 산업 분야별 3D 프린팅 적용사례 분석	45
4-1. 제조업	47
1) 3D 전기자동차 ‘얼비2’	47
2) 3D프린터로 배터리 제작	48
3) GM / 포드 (자동차산업) 3D 프린팅 활용	49
4) 현대 모비스 - 기아 스펙트라 대쉬보드 제작	51
5) BMW - 목업 제작에 적용	52
6) 파나소닉 - 대량생산에 적용	53
7) 리코 - 전자부품	54
8) 완구 생산	55
9) 식품과 육가공품도 3D 바이오 프린터로 생산	55
10) Nestle 커피메이커 부품의 기능성 및 조립성 테스트에 적합한 시제품	57
4-2. 의료산업	58
1) 일본 고베 대학병원 외과팀 간 이식수술	58
2) 미국 델라웨어 병원 의료용 로봇팔 제작	58
3) 미국 코넬 의대 - 인공 귀	59
4) 보청기 제작	60
5) 삼성서울병원, 3D 프린터 이용한 부비동암 수술 성공	60
6) 투명 치열교정 기구	61
7) 살아있는 동물 복제	62

8) 오리 신체 복원.....	63
4-3. 개인 맞춤형 물품.....	64
1) 오모트 3D(Omote 3D).....	64
2) 내 얼굴을 '프린트'해 만드는 인형.....	64
3) 태아의 모습 카피.....	65
4-4. 교육산업.....	66
1) 일본공업대학 기계공학과	66
2) Maker Space.....	67
3) 서울대학교 혁신설계 및 통합생산 연구실.....	68
4) 동명대학교 기계공학과	68
5) 중앙대학교 기계공학과.....	69
6) 성균관대학교 시스템경영공학과 인간공학연구실.....	71
4-5. 예술 / 박물관.....	72
1) 고대 유물 카피.....	72
2) 기타(ODD).....	73
3) 미니어처 도시풍경 조명 - Huddle	73
4-6. 패션 / 의류.....	74
1) 셰이프웨이 - 신발.....	74
2) 망사 드레스.....	75
3) 나이키 - 축구화.....	75
4) Alan Nguyen - 아이폰 메쉬업 슈즈.....	76
5) 컨티넘패션(continuumfashion) - N12 비키니(bikini) 프로젝트.....	77
6) Yvonne Zummeren - Dyvsign 컬렉션.....	78
4-7. 항공 / 우주.....	79
1) 설사(SULSA) 무인 비행기.....	79
2) 훈련용 비행기 부품	79
3) 3D 프린터와 HIP를 조합하여 항공기 부품 개발.....	80
4) Bell Helicopter.....	81
5) Czech Aircraft Company - 시제품 제작비용 80% 절감.....	82
6) CFM인터내셔널 - 비행기 부품 생산 실험.....	83
7) AVIC 레이저(중국) - 티타늄 전투기 부품.....	83
4-8. 건축.....	84
1) 실제 건축 시공.....	84
2) 건축용 프로토타입 제작.....	86
3) 3D 모델을 통한 세계 경험 - 터치 관광.....	86
4) Paul Davis and Partners - 건축 모형.....	87
5) 주의사당 캠퍼스 모형제작	88
4-9. 로봇산업.....	89
1) 마키(MAKI).....	89
2) 유리창 청소로봇 제작 지원.....	90
3) 로봇손(Robohand, mechanical hand) 제작.....	91

4-10. R&D	92
1) 호주국립과학산업연구원(CSIRO) - 곤충 연구	92
2) 화성시 - 공룡 복제	92
II. 국내외 시장동향 및 전망과 제품 트렌드 분석	97
1. 국내외 3D 프린터 시장전망과 정책 동향	97
1-1. 세계 시장	97
1) 주요 기관별 시장전망	97
(1) Wohlers Associates	98
(2) SEED PLANNING	102
(3) Gartner	104
2) 최근 주요 동향	105
3) 주요 지역별 시장현황 및 정책동향	109
(1) 미국	110
(2) 유럽	112
(3) 일본	119
(4) 중국	122
1-2. 국내 시장 및 정책 동향	125
1) 최근 동향	125
2) 3D프린팅산업 발전전략 포럼	128
2. 3D 프린터 소재 시장동향 및 전망	129
2-1. 합성수지 품목별 시장동향	129
1) 품목별 용도 및 시장동향	129
2) 주요 업체별 소재	132
(1) 3D Systems	132
(2) Objet	133
(3) EnvisionTEC	138
(4) Makerbot	139
3) 폐품 플라스틱 재활용	139
2-2. 금속소재 시장동향 및 전망	141
1) 금속 소재의 적층가공(Additive Manufacturing) 개발동향	141
2) 금속 소재 3D프린터 주요 공급업체 동향	143
3) 3D프린팅의 금속소재	144
4) 3D프린팅 금속 제품	144
(1) 의료제품	144
(2) 자동차 제품	145
(3) 자전거	146
5) 금속 3D프린팅의 전망	146
3. 3D 설계 디자인 시장동향	148
4. 향후 전망과 시장 활성화 방안	152
4-1. 향후 전망	152

1) 다양한 산업 분야에서 혁신	152
2) 범용 장비로 확산은 미지수	154
3) 저작권 침해와 범죄 악용	154
4-2. 시장 활성화를 위한 방안	157
5. 3D 프린터 제품 트렌드 및 선호도 분석	160
5-1. 제품 종합 분석	160
1) 제품 국적	160
2) Print Technology	161
3) ASSEMBLED / DIY	161
4) PRICE	162
5) Print Material	164
6) Extruder Heads	165
7) Nozzle diameter	167
8) Layer thickness	167
9) Speed	168
10) 출력물 사이즈	170
(1) Width	170
(2) Depth	171
(3) Height	172
11) Supported OS	172
12) INPUTS	173
13) Weight	174
5-2. 주요 3D 프린터 (산업용 및 업무용)	175
1) 모조(Mojo) - Stratasys(미국)	176
2) 'Projet 460Plus' - 3D Systems(미국)	176
3) 'CubeX' - 3D Systems(미국)	177
4) 'Concept Laser Mlab' - Concept Laser(독일)	177
5) 'RaFaEl 550' - 애스팩트(일본)	178
6) '3Z Pro'	178
7) 'DigitalWax 029X' - DWS Systems(이탈리아)	179
8) 'Mcor IRIS' - Mcor(아이랜드)	180
6. 3D 프린팅에 관한 서베이	181
6-1. 개요	181
6-2. 참여자 특성	182
1) 성별	182
2) 연령	183
3) 교육	184
4) maker movement / peer production	184
5) Membership in DIY communities	185
6-3. 3D 프린팅의 제조와 개발	186
1) 처음 사용 연도	186

2) 목적	186
3) 가장 일반적인 3D printing 재료	187
4) 가장 흔히 사용하는 3D 프린터	188
4) 3D 프린팅 서비스	189
6-4. Motivation	190
1) Open source	192
2) Correlation - DIY communities and open source	192
3) Correlation - Makermovement & years in 3D printing	194
6-5. 전망	196
1) Most wanted feature	196
6-6. 장애물	196
1) Materials and quality	197
2) Great for hackers, not so much consumers	197
3) Software	197
4) Public awareness	198
5) Lack of social co-operation	198
6) Patents	199
7) Costs	199
6-7. Discussion	199
1) Immature 'pre-ecosystem'	200
2) Simple ecosystem model	201
(1) Developers and early adapters	201
(2) Service providers	202
(3) End-users	202
(4) Manufacturing in motion?	202

Ⅲ. 3D 프린팅(프린터, 소재) 관련 기술 · 특허 동향	205
1. 3D 프린터의 구조와 부품별 기술동향	205
1-1. 소프트웨어 툴체인(Software Toolchain)	205
1) CAD 툴(CAD Tools)	205
(1) 소프트웨어(Software)	205
(2) 파일(Files)	208
2) CAM 툴(CAM Tools)	209
(1) 소프트웨어	209
(2) 파일	211
3) 펌웨어(Firmware)	211
(1) G코드	212
(2) 소프트웨어	212
(3) 파일	212
1-2. 전자 부품(Electronics)	212
1) 컨트롤러(Controller)	213
2) 스텝퍼 모터(Stepper Motors)	213
3) 스텝퍼 드라이버(Stepper Drivers)	214
4) 엔드-스탑(End stops)	215
5) 히티드 베드(Heated Bed)	215
1-3. 기계 본체	216
1) X/Y/Z 축의 선형 운동체 부분	216
(1) 벨트와 풀리(Belts and Pulleys)	217
(2) 스레드 로드(Threaded rod)	218
(3) 반동에서 유의할 점	218
2) 프린트 베드(Print Bed)	218
(1) 어퍼 플레이트(Upper Plate)	218
(2) 로워 플레이트(Lower Plate)	219
1-4. 익스트루더(Extruder)	219
1) 콜드 엔드(Cold end)	220
2) 핫 엔드(Hot end)	221
3) 필라멘트(Filament)	221
2. 3D 프린터용 소재 동향	222
2-1. 합성수지 품목별 기술동향	222
1) PLA(Polylactic acid)	222
2) ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)	223
3) Nylon, Polyamide	224
4) PVA (Polyvinyl alcohol)	231
5) PC (Polycarbonate)	233
6) Polyethylene(PE)	238
(1) HDPE	238
(2) LDPE (Low Density Polyethylene)	239

7) HIPS	239
8) PVC (Polyvinyl Chloride)	240
9) PP (Polypropylene)	241
10) UV 레진	242
2-2. 금속소재 품목별 최근 동향	243
1) 티타늄(Titanium)	243
(1) 3D 프린터 적용 기술 동향	243
2) 스테인리스스틸	245
(1) 3D 프린터 적용 기술 동향	246
3) 금(Gold) / 은(Silver)	246
(1) 3D 프린터 적용 기술 동향	247
4) 청동 (Bronze)	248
(1) 3D 프린터 적용 기술 동향	249
2-3. 기타 소재 동향	249
1) 목재(Laywood)	249
2) 세라믹 (Ceramics)	250
3) 고무류(Rubber-like)	252
3. 3D 프린팅 관련 특허 동향	254
3-1. 3D 프린터 업계의 특허 소송	254
1) 게임제조사인 게임스워크숍이 메이커봇 제조	255
2) 3D Systems가 Formlabs와 Kickstarter을 특허 침해로 제조	255
3-2. 국내 / 일본 특허 출원 동향	257
1) 국내 동향	257
(1) 출원동향	257
(2) 업체별 주요 보유 특허 현황	258
2) 일본 동향	290
IV. 국내외 주요 참여업체의 개발동향 및 사업전략	297
1. 해외 주요 참여업체의 개발 동향과 사업 전략	297
1) Stratasys	297
(1) 일반현황 및 최근동향	297
(2) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략	298
2) 3D Systems	303
(1) 일반현황 및 최근동향	303
(2) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략	305
3) Objet Geometries	313
(1) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략	313
4) Z Corporation	314
(1) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략	314
5) MakerBot Industries	315
(1) 일반현황 및 최근동향	315

(2) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략	316
6) EnvisionTEC	324
(1) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략	324
7) Solid scape	328
(1) 일반현황 및 최근동향	328
(2) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략	329
8) RepRap Project	338
(1) 일반현황 및 최근동향	338
(2) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략	338
9) Shapeways	347
(1) 일반현황 및 최근동향	347
(2) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략	348
10) botObjects	349
(1) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략	349
11) Organovo / Invetech	354
(1) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략	354
12) BFB(Bits From Bytes Ltd)	356
(1) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략	356
13) 베이징 타이얼푸더(北京泰尔福德科技发展)	357
(1) 일반현황 및 최근동향	357
(2) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략	358
14) Hewlett-Packard	358
(1) 일반현황 및 최근동향	358
(2) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략	359
2. 국내 주요 업체의 개발 동향과 사업 전략	360
2-1. 3D 프린터 제조사	360
1) (주)로킷	360
(1) 일반현황 및 최근동향	360
(2) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략	360
2) 오픈크리에이터(Opencreator)	364
(1) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략	364

3) 윌리봇(WILLYBOT).....	366
(1) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략.....	366
4) (주)인스텍.....	370
(1) 일반현황 및 최근동향.....	370
(2) 주요 실적 및 연혁	371
(3) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략.....	371
5) (주)3D시스템즈코리아.....	373
(1) 일반현황 및 최근동향.....	373
(2) 주요 실적 및 연혁	374
(3) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략.....	374
6) (주)캐리마.....	376
(1) 일반현황 및 최근동향.....	376
(2) 주요 실적 및 연혁	376
(3) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략.....	377
2-1. 非 프린터 제조사 (유통, 솔루션).....	379
1) (주)브루레코리아.....	379
(1) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략.....	379
2) (주)세중정보기술.....	380
(1) 일반현황 및 최근동향.....	380
(2) 주요 실적 및 연혁	381
(3) 매출 및 재무 현황.....	382
(4) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략.....	382
3) (주)시스옴엔지니어링.....	383
(1) 일반현황 및 최근동향.....	383
(2) 주요 실적 및 연혁	384
(3) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략.....	384
4) (주)씨이피테크.....	388
(1) 일반현황 및 최근동향.....	388
(2) 주요 실적 및 연혁	389
(3) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략.....	390
5) (주)프로토텍.....	390
(1) 일반현황 및 최근동향.....	390
(2) 주요 실적 및 연혁	390
(3) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략.....	391
6) (주)한국아카이브.....	393
(1) 일반현황 및 최근동향.....	393
(2) 주요 실적 및 연혁	393
(3) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략.....	394
7) (주)한국테크놀로지.....	400
(1) 일반현황 및 최근동향.....	400
(2) 주요 실적 및 연혁	400

(3) 매출 및 재무 현황.....	401
(4) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략.....	402
2-3. 소재 관련 업체.....	403
1) (주)SH에너지화학.....	403
(1) 일반현황 및 최근동향.....	403
(2) 주요 실적 및 연혁	404
(3) 매출 및 재무 현황.....	404
(4) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략.....	405
2) (주)엔피케이.....	406
(1) 일반현황 및 최근동향.....	406
(2) 주요 실적 및 연혁	407
(3) 매출 및 재무 현황.....	407
(4) 최근 연구개발 동향.....	408
(5) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략.....	408
3) (주)코프라.....	409
(1) 일반현황 및 최근동향.....	409
(2) 주요 실적 및 연혁	410
(3) 특허 보유 현황.....	410
(4) 매출 및 재무 현황.....	410
(5) 3D 프린팅 관련 개발동향과 사업전략.....	411



표목차

I. 3D 프린팅 개요 및 활용사례 분석	23
<표 I -1> 3D프린팅의 개발 연혁	26
<표 I -2> 3D 프린팅 주요 기술 방식	29
<표 I -3> 3D 프린팅 주요 기술의 방식별 특성 비교	30
<표 I -4> 3D 프린트 기술 유형	30
<표 I -5> 산업별 3D 프린터 활용 사례	46
II. 국내외 시장동향 및 전망과 제품 트렌드 분석	97
<표 II -1> 3D 프린터에 대한 주요 기관/미디어의 평가	97
<표 II -2> Stratasys와 3D Systems의 현황 비교	101
<표 II -3> 각국 정부의 3D 프린터 지원 현황	109
<표 II -4> EOS GmbH의 주요 내용	119
<표 II -5> 중국 주요 3D 프린터 기업 및 제품	123
<표 II -6> 3D Systems의 소재 특징 (ProJet™ 6000用)	132
<표 II -7> 3D Systems의 소재 물성 (ProJet™ 6000用)	133
<표 II -8> Objet의 소재 물성	136
<표 II -9> Objet의 소재 물성-1	137
<표 II -10> Objet의 소재 물성-2	138
<표 II -11> EnvisionTEC의 소재 특징	138
<표 II -12> 3D 프린팅 연계 서비스	150
<표 II -13> 3D 프린터 기술의 진화 발전	157
<표 II -14> Survey 참여자 기본통계	181
<표 II -15> Survey 참여자 지역별 분포	182
<표 II -16> Cross tabulation between work relevance and printing service usage.	190
<표 II -17> Cross tabulation between role in 3D printing development and printing service usage.	190
<표 II -18> Cross tabulation between FLOSS involvement and DIY community membership.	193
<표 II -19> Gender differences: developer or end-user.	202
III. 3D 프린팅(프린터, 소재) 관련 기술 · 특허 동향	205
<표 III -1> Blender	206
<표 III -2> Art of Illusion	207
<표 III -3> NYLON(나일론) 종류별 물성 및 특징	225
<표 III -4> NYLON 특성 및 제조법	226
<표 III -5> Taulman3D 618 Nylon 의 주요 스펙	228
<표 III -6> Polyamide	231

<표Ⅲ-7> Polycarbonate의 특성	234
<표Ⅲ-8> ABS와 PC 재료 비교	236
<표Ⅲ-9> 3차원 조형 기술의 일본내 특허 종합력 TOP 5	290

Ⅳ. 국내외 주요 참여업체의 개발동향 및 사업전략..... 297

<표Ⅳ-1> Stratasys 기업현황	298
<표Ⅳ-2> Objet30 OrthoDesk 스펙 및 장점	302
<표Ⅳ-3> 3D Systems 기업현황	304
<표Ⅳ-4> MakerBot Industrie 기업현황	315
<표Ⅳ-5> Replicator™ 2X의 스펙	318
<표Ⅳ-6> Replicator™ 2의 스펙	319
<표Ⅳ-7> Replicator™	320
<표Ⅳ-8> Ultra 시리즈 스펙	325
<표Ⅳ-9> Perfactory4 Standard 스펙	325
<표Ⅳ-10> PixCera 스펙	326
<표Ⅳ-11> picro 스펙	327
<표Ⅳ-12> Solid scape 기업현황	328
<표Ⅳ-13> 3Z Lab® 스펙	331
<표Ⅳ-14> 3Z Studio® 스펙	332
<표Ⅳ-15> 3Z Pro® 스펙	333
<표Ⅳ-16> Solid scape의 3D 프린터 재료	337
<표Ⅳ-17> ‘프로데스크3D’(ProDesk3D)의 스펙	350
<표Ⅳ-18> 기업현황	357
<표Ⅳ-19> Hewlett-Packard(휴렛팩커드) 기업현황	358
<표Ⅳ-20> (주)로킷의 일반 현황	360
<표Ⅳ-21> 이지 스캔(EASYSKAN)’ 주요 스펙	363
<표Ⅳ-22> NP-Mendel 제품 사양	366
<표Ⅳ-23> ‘윌리봇’의 주요 사양	367
<표Ⅳ-24> (주)인스텍의 일반현황	370
<표Ⅳ-25> (주)3D시스템즈코리아의 일반현황	373
<표Ⅳ-26> (주)캐리마의 일반현황	376
<표Ⅳ-27> (주)세중정보기술의 일반현황	380
<표Ⅳ-28> (주)세중정보기술의 재무현황(단위: 백만원)	382
<표Ⅳ-29> (주)시스웍엔지니어링의 일반현황	384
<표Ⅳ-30> Objet24, Objet30/30 Pro 주요 사양	386
<표Ⅳ-31> Eden 제품별 주요 사양	386
<표Ⅳ-32> Connex 제품군 주요 사양	387
<표Ⅳ-33> (주)씨이피테크의 일반현황	389
<표Ⅳ-34> (주)프로토텍의 일반현황	390
<표Ⅳ-35> (주)한국아카이브의 일반현황	393
<표Ⅳ-36> (주)한국테크놀로지의 일반현황	400

<표Ⅳ-37> (주)한국테크놀로지의 재무현황(단위: 백만원)	401
<표Ⅳ-38> (주)한국테크놀로지의 사업부문별 매출 추이(단위: 백만원)	401
<표Ⅳ-39> (주)SH에너지화학의 일반현황	403
<표Ⅳ-40> (주)SH에너지화학의 재무현황(단위: 백만원)	404
<표Ⅳ-41> (주)SH에너지화학의 사업부문별 매출 추이(단위: 백만원)	404
<표Ⅳ-42> (주)엔피케이의 일반현황	406
<표Ⅳ-43> (주)엔피케이의 재무현황(단위: 백만원)	407
<표Ⅳ-44> (주)엔피케이의 사업부문별 매출 추이(단위: 백만원)	407
<표Ⅳ-45> (주)엔피케이의 최근 연구개발 동향	408
<표Ⅳ-46> (주)코프라의 일반현황	409
<표Ⅳ-47> (주)코프라의 재무현황(단위: 백만원)	410
<표Ⅳ-48> (주)코프라의 사업부문별 매출 추이(단위 : 톤, 백만원)	410



그림 목차

I. 3D 프린팅 개요 및 활용사례 분석	23
<그림 I -1> 3D 프린터 구조	23
<그림> Layer by Layer 적층 조형 개념도	24
<그림 I -2> 3D 프린터의 작동 원리	27
<그림 I -3> 액체 기반 방식(SLA)의 기술 원리	31
<그림 I -4> 3D Systems의 SLA 시스템	31
<그림 I -5> 파우더 기반 방식(SLS)의 기술 원리	32
<그림 I -6> 3D Systems의 SLS 시스템 / EOS의 SLS 시스템	32
<그림 I -7> 고체 기반 방식(FDM)의 기술 원리	33
<그림 I -8> 미국 Stratasys社의 FDM 시스템	34
<그림 I -9> Objet社의 Polyjet 시스템	34
<그림 I -10> 매테리얼 3D 프린터	35
<그림 I -11> 4D의 개념	39
<그림 I -12> 나노 스케일의 자가 조립 혁명(Self-Assembly Revolution)	40
<그림 I -13> 끈을 만드는 프로그램 <그림 I -14> 특수 3D프린터로 끈의 소재들을 인쇄 중	41
<그림 I -15> 한줄의 끈에서 'MIT' 글자로 변화	41
<그림 I -16> 선이 물속에서 다른 형태로 변형	41
<그림 I -17> 3차원 자율성 물질의 자가 조립(self assembly) 실험 모습	42
<그림 I -18> 4D의 기술의 핵심 요소	42
<그림 I -19> 4D 프린팅을 이용한 적응적 인프라의 예(자가 변환하는 파이프)	43
<그림 I -20> 3D 프린터 출력물 포지셔닝 분석	46
<그림 I -21> 하버드대의 3D프린터로 제작된 핀헤드 배터리	48
<그림 I -22> 자동차 개발 시 RP(rapid prototype)의 적용 예	52
<그림 I -23> 일본 외과 전문의 스키모토 마키가 아크릴 수지로 만든 성인 환자의 간 3D 모형	58
<그림 I -24> 3D 프린터를 이용한 의료용 로봇 팔의 설계와 제작, 착용 모습	59
<그림 I -25> '달라이트 보청기'	60
<그림 I -26> 3D 프린터로 출력한 오리 의족	63
<그림 I -27> 오모트 3D 피규어	64
<그림 I -28> 결혼식을 위해 꾸민 모습을 3D프린터로 '프린트'해 만든 인형	65
<그림 I -29> 천사의 형상(Shape of an Angel)	66
<그림 I -30> 연구실에 설치된 Dimension SST 768	68
<그림 I -31> 3D 프린터로 제작한 MFFM System	72
<그림 I -32> 3D 프린팅 방식으로 바닥면을 제조한 나이키의 진공 레이저 탈론 축구화	76
<그림 I -33> 항공기 엔진 블레이드	81
<그림 I -34> Paul Davis and Partners사가 3D 프린터를 이용해 디자인한 상업용 빌딩 모형	87
<그림 I -35> 로봇- MAKI	89

<그림 I -36> 3D프린터로 만든 손가락 보조장치 로보핸즈	91
--	----

II. 국내외 시장동향 및 전망과 제품 트렌드 분석..... 97

<그림 II -1> 세계 3D 프린터 시장규모 전망	98
<그림 II -2> 국가별 3D 프린터 설치 대수 비중	99
<그림 II -3> 분야별 3D 프린터 활용 비중.....	100
<그림 II -4> 산업용 3D 프린터 시장의 상위 10개 업체 점유율.....	100
<그림 II -5> 개인용 3D 프린터 시장의 상위 업체 점유율.....	101
<그림 II -6> 세계 3D 프린터 시장규모 전망(대수).....	102
<그림 II -7> 세계 3D 프린터 시장규모 전망(금액).....	103
<그림 II -8> 일본 3D 프린터 시장규모 전망(대수).....	103
<그림 II -9> 일본 3D 프린터 시장규모 전망(금액).....	104
<그림 II -10> Emerging Technologies Hype Cycle 2012.....	105
<그림 II -11> NASA의 로켓엔진 부품	106
<그림 II -12> 포드자동차 - 3D 프린팅로 엔진 블록 코어 제작	107
<그림 II -13> 향후 5년간 3D 프린터 예상 매출액 추이 (단위: 백만달러).....	111
<그림 II -14> Leapfrog社의 “Creatr”, “Xeed”	114
<그림 II -15> 3D 인쇄 제작된 자전거 ‘Airbike’	116
<그림 II -16> 3D 프린터로 제작한 시제품 견본.....	118
<그림 II -17> 일본 3D 프린터 카페 ‘FAB Café’.....	119
<그림 II -18> 일본 3D 프린터 시장규모 추이와 예측.....	122
<그림 II -19> 캐리마社의 3D 프린터 ‘마스터’.....	126
<그림 II -20> 로킷社 3D 프린터 ‘에디슨’.....	126
<그림 II -21> 선택 금속용융 가공법(selective metal melting: SLM).....	142
<그림 II -22> knee implant	145
<그림 II -23> 유럽항공방위우주산업(EADS)의 에어바이크	146
<그림 II -24> 제조업 Flow 변화.....	152
<그림 II -25> 3D 프린터 제품 국적 비중.....	160
<그림 II -26> 3D 프린터의 기술 유형 비중.....	161
<그림 II -27> ASSEMBLED / DIY 비중.....	162
<그림 II -28> 3D 프린터의 가격별 모델 수 및 비중.....	162
<그림 II -29> ‘A6 LT no heatbed’ / ‘DigitalWax 029X’.....	163
<그림 II -30> 3D 프린팅 기술방식별 가격 비교.....	164
<그림 II -31> 3D 프린터의 출력 소재별 모델 수 및 비중.....	164
<그림 II -32> ‘Filabot Reclaimer 1’.....	165
<그림 II -33> 3D 프린터 엑스트루더의 헤드 수량별 모델 수 및 비중.....	166
<그림 II -34> 3D Systems의 ‘Cube X Duo’와 ‘Cube X Trio’.....	166
<그림 II -35> 3D 프린터의 노즐 지름 크기별 모델수 및 비중.....	167
<그림 II -36> 3D 프린터의 적층 두께별 모델수 및 비중.....	168
<그림 II -37> Open Source Remote Control社의 ‘Ilios HD SLA 3D Printer Kit’.....	168
<그림 II -38> 3D 프린터의 속도별 모델 수 및 비중.....	169

<그림 II-39> Revolution XL 3D printer	169
<그림 II-40> 3D 프린터의 출력물 사이즈(W)별 모델 수 및 비중	170
<그림 II-41> 'Fortus 900mc'	171
<그림 II-42> 3D 프린터의 출력물 사이즈(D)별 모델 수 및 비중	171
<그림 II-43> 3D 프린터의 출력물 사이즈(H)별 모델 수 및 비중	172
<그림 II-44> 3D 프린터의 OS별 모델 수 및 비중	173
<그림 II-45> 3D 프린터의 입력 방식별 모델 수 및 비중	173
<그림 II-46> 3D 프린터의 종량별 모델 수 및 비중	174
<그림 II-47> 참여자의 성별 분포 (단위: %)	182
<그림 II-48> 참여자의 성별 분포 (단위: %)	183
<그림 II-49> 상세 연령 분포	183
<그림 II-50> 참여자의 교육 수준 (단위: %)	184
<그림 II-51> Do you consider yourself a member of the so-called maker movement?	184
<그림 II-52> Do you consider your 3D activities a part of so-called peer production?	185
<그림 II-53> DIY community membership.	185
<그림 II-54> Which year did you use 3D printing / printer the first time?	186
<그림 II-55> For what usage do you use 3D printing?	187
<그림 II-56> What kind of material do you use (now and in past) in printing?	188
<그림 II-57> Which printers (which manufacturer) have you used?	189
<그림 II-58> Which of the 3D printing services have you used?	189
<그림 II-59> Motivation to use 3D printing services.	191
<그림 II-60> Survey participants involvement in open source projects.	192
<그림 II-61> Correlation - DIY communities and open source(Not member of DIY)	193
<그림 II-62> Correlation - DIY communities and open source(member of DIY)	194
<그림 II-63> Correlation of DIY community membership and experience (years) in 3D printing	194
<그림 II-64> Correlation of Peer Production membership and years in 3D printing	195
<그림 II-65> Most wanted features.	196
<그림 II-66> 3D Printing Ecosystem	201

III. 3D 프린팅(프린터, 소재) 관련 기술 · 특허 동향 205

<그림 III-1> Elements of mesh modeling	206
<그림 III-2> Parametric file format	208
<그림 III-3> Parametric file format	209
<그림 III-4> STL mesh format	209
<그림 III-5> 아두이노 마이크로컨트롤러(Arduino UNO R3) / Arduino Mega	213
<그림 III-6> 렵랩(RepRap)의 스텝 모터(Stepper Motors)	214
<그림 III-7> RepRap의 스텝 드라이버(Stepper Drivers)	215
<그림 III-8> PCB Heatbed MK1	216
<그림 III-9> 블루 페인터 테이프(Blue painter's tape) / 캡톤 테이프(Kapton tape)	219
<그림 III-10> 보우덴 익스트루더(Bowden Extruders)	220
<그림 III-11> 웨이드의 기어 익스트루더 / 그렉의 힌지 익스트루더	220

<그림 Ⅲ-12> J-head / Budaschnozzle(v1.3).....	221
<그림 Ⅲ-13> Taulman Nylon 618.....	227
<그림 Ⅲ-14> 티타늄 소재 출력물.....	244
<그림 Ⅲ-15> 스테인리스스틸 소재 출력물.....	245
<그림 Ⅲ-16> 금(Gold) 소재 출력물.....	246
<그림 Ⅲ-17> 은(Silver) 소재 출력물.....	247
<그림 Ⅲ-18> 청동 (Bronze) 소재 출력물.....	248
<그림 Ⅲ-19> Laywood.....	249
<그림 Ⅲ-20> Laywood를 사용한 출력물.....	250
<그림 Ⅲ-21> 세라믹 (Ceramics) 소재 출력물.....	251
<그림 Ⅲ-22> 고무류(Rubber-like) 소재 출력물.....	253
<그림 Ⅲ-23> 연도별 3D 프린터 관련 출원 동향.....	257
<그림 Ⅲ-24> 3차원 조형 기술에 관한 특허의 출원 상황도	291
<그림 Ⅲ-25> 주요 업체별 출원 추이	292
<그림 Ⅲ-26> 3D Systems의 공보(公報)를 막는 기업	293
<그림 Ⅲ-27> 3D Systems의 공보에 의해 막힌 기업	293

IV. 국내외 주요 참여업체의 개발동향 및 사업전략..... 297

<그림 IV-1> Cube.....	311
<그림 IV-2> CubeX.....	312
<그림 IV-3> Replicator™ 2X.....	317
<그림 IV-4> Replicator™ 2의 스펙.....	318
<그림 IV-5> Replicator™.....	319
<그림 IV-6> 씬오매틱(Thing-O-Matic).....	321
<그림 IV-7> ‘Cupcake CNC’.....	322
<그림 IV-8> 메이커봇의 데스크탑 3D 스캐너 디지털라이저.....	323
<그림 IV-9> 잉크젯 방식의 조형 출력 구조.....	336
<그림 IV-10> RepRap version 1.0 (Darwin).....	340
<그림 IV-11> RepRap version 2.0 (Mendel).....	341
<그림 IV-12> 로스톡(Rostock).....	342
<그림 IV-13> Shapeways社의 3D 프린터 플랫폼 개념도.....	348
<그림 IV-14> ‘프로데스크3D’(ProDesk3D).....	350
<그림 IV-15> 붓오브젝트가 공개한 3D 프린팅한 결과물인 꽃병 사진	351
<그림 IV-16> 붓오브젝트가 공개한 3D 프린팅한 결과물인 리코더 사진.....	352
<그림 IV-17> 3D 바이오 프린터.....	354
<그림 IV-18> 3D 바이오 프린팅 진행 이미지.....	355
<그림 IV-19> BFB社의 3D 프린터.....	357
<그림 IV-20> NP-Mendel.....	365
<그림 IV-21> 제 1 호 BWillyBot / 제 2 호 BWillyBot.....	368
<그림 IV-22> 제 3 호 BWillyBot.....	369
<그림 IV-23> 3차원 3D CAD 형상.....	372

<그림 IV-24> 캐리마의 Master Plus.....	378
<그림 IV-25> 메이커봇 리플리케이터2X.....	379
<그림 IV-26> 메이커봇 리플리케이터2.....	379
<그림 IV-27> 데스크톱용 3D프린터 모조(Mojo).....	391
<그림 IV-28> ‘uprint SE’.....	392
<그림 IV-29> ‘uprint SE plus’.....	392