



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년02월22일
(11) 등록번호 10-1831218
(24) 등록일자 2018년02월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F02K 9/28 (2006.01) F02K 9/08 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7012626
(22) 출원일자(국제) 2011년11월17일
심사청구일자 2016년10월24일
(85) 번역문제출일자 2013년05월16일
(65) 공개번호 10-2014-0042765
(43) 공개일자 2014년04월07일
(86) 국제출원번호 PCT/US2011/061181
(87) 국제공개번호 WO 2012/068369
국제공개일자 2012년05월24일
(30) 우선권주장
12/949,980 2010년11월19일 미국(US)
13/295,268 2011년11월14일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US05616882 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
토탈 마케팅 서비스
프랑스 에프-92800 뷔도 꾸르 미셀레 24
(72) 발명자
켈리, 케빈
미국 텍사스 77546, 프렌즈우드, 레이 캔유 드라
이브 16018
(74) 대리인
특허법인세림

전체 청구항 수 : 총 20 항

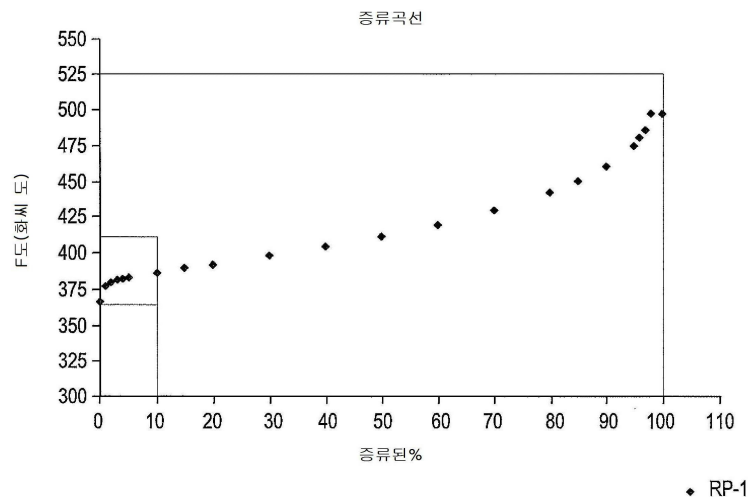
심사관 : 이택상

(54) 발명의 명칭 추진제 조성물 및 그의 제조 방법 및 이용 방법

(57) 요약

조제된 추진제 및 그의 제조 방법은 기술되며, 적어도 두 개의 탄화수소 유체의 결합을 포함하는 로켓 추진제를 제조하는 방법을 포함한다.

대표도



명세서

청구범위

청구항 1

적어도 두 개의 탄화수소 유체(hydrocarbon fluids)의 결합을 포함하는 로켓 추진제(rocket propellant)의 제조 방법으로서, 제조된 상기 로켓 추진제는 50wt% 이상의 이성화파라핀(isoparaffin)을 함유하는, 로켓 추진제의 제조 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 로켓 추진제(rocket propellant)는 RP-1 조건에 따르는, 로켓 추진제의 제조 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 탄화수소 유체(hydrocarbon fluids)는 ASTM D-1298에 따라, 60℃에서 0.760~0.825의 비중(specific gravity)을 가지는, 로켓 추진제의 제조 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 탄화수소 유체는 ASTM D-1298에 따라, 60℃에서 0.790~0.81의 비중(specific gravity)을 가지는, 로켓 추진제의 제조 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 탄화수소 유체는 ASTM D-5623에 따라, 3 ppm 미만의 황 농도를 가지는, 로켓 추진제의 제조 방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 탄화수소 유체는 ASTM D-1319에 따라, 1 vol% 미만의 방향족 함량을 가지는, 로켓 추진제의 제조 방법.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 탄화수소 유체는 ASTM D-1319에 따라, 0.01 vol% 미만의 방향족 함량(aromatics content)을 가지는, 로켓 추진제의 제조 방법.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 탄화수소 유체는 ASTM D-1319에 따라, 0.1 vol% 미만의 올레핀 함량(olefins content)을 가지는, 로켓 추진제의 제조 방법.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 탄화수소 유체는 ASTM D-3343에 따라, 13~15wt%의 수소 함량을 가지는, 로켓 추진제의 제조 방법.

청구항 10

제 1항에 있어서,

상기 탄화수소 유체는 ASTM D-93에 따라 130~225°F의 인화점(flash point)을 가지는, 로켓 추진제의 제조 방법.

청구항 11

제 1항에 있어서,

상기 로켓 추진제는 ASTM D-3343에 따라, 14.25~15wt%의 수소 함량을 가지는, 로켓 추진제의 제조 방법.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 로켓 추진제는 ASTM D-3343에 따라, 14.8~15wt%의 수소 함량을 가지는, 로켓 추진제의 제조 방법.

청구항 13

제 1항에 있어서,

상기 로켓 추진제는 ASTM D-240에 따라, 18,500 BTU/pound 이상의 연소 순열(net heat of combustion)을 가지는, 로켓 추진제의 제조 방법.

청구항 14

제 13항에 있어서,

상기 로켓 추진제는 ASTM D-240에 따라, 18,500~19,000 BTU/pound의 연소 순열을 가지는, 로켓 추진제의 제조 방법.

청구항 15

제 1항에 있어서,

상기 로켓 추진제의 밀도는 ASTM D-1298에 따라, 15°C에서 0.799~0.815인, 로켓 추진제의 제조 방법.

청구항 16

제 1항에 있어서,

적어도 하나의 상기 탄화수소 유체는 노말 파라핀(normal paraffin)을 포함하는, 로켓 추진제의 제조 방법.

청구항 17

제 1항에 있어서,

상기 로켓 추진제는 ASTM-1319에 따라 0.01vol% 미만의 방향족 함량을 가지는, 로켓 추진제의 제조 방법.

청구항 18

제 1항에 있어서,

상기 탄화수소 유체 중 어느 것도 RP-1 조건을 따르지 않는, 로켓 추진제의 제조 방법.

청구항 19

제 1항에 있어서,

상기 로켓 추진제는 분말 금속(powdered metal)을 더 포함하는, 로켓 추진제의 제조 방법.

청구항 20

제 19항에 있어서,

상기 분말 금속은 알루미늄(aluminum)인, 로켓 추진제의 제조 방법.

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 추진제 조성물에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 명확한 특성을 가지는 로켓 추진제(rocket propellant)를 제조하기 위한 탄화수소 스트림(hydrocarbon streams)의 결합에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재 액체 산소와 결합한 로켓 추진제는 발사체(launch vehicles) 및 로켓의 큰 비율에서 추진 시스템(propellant system)으로 이용된다. 그러나, 공급은 제한되고, 연료 배합물을 최적화하기 위한 작은 기회를 야기한다. 또한 제한된 공급은 공급 부족/실패의 경우 조금의 공급 여분도 발생하지 않는다.

[0003] 따라서, 대안의 추진제 배합물을 개발하기 위한 필요성이 존재한다.

발명의 내용

[0004] 본 발명의 특정 구체예에서, 적어도 두 개의 탄화수소 유체의 결합을 포함하는 로켓 추진제를 제조하기 위한 방법이 기술된다.

도면의 간단한 설명

[0005] 도 1은 전형적으로 제조된 RP-1 추진제 증류 곡선을 나타낸다.

도 2는 블렌드 스톡(blend stocks)에 대한 증류 곡선을 나타낸다.

도 3은 조제된 추진제의 증류 곡선 데이터를 나타낸다.

도 4는 조제된 추진제의 밀도 데이터를 나타낸다.

도 5는 블렌드 스톡의 증류 곡선 데이터를 나타낸다.

도 6은 조제된 추진제의 증류 곡선을 나타낸다.

도 7은 조제된 추진제의 밀도 데이터를 나타낸다.

도 8은 조제된 추진제의 중량 절감을 나타낸다.

도 9는 조제된 추진제의 수소 함량을 나타낸다.

도 10은 조제된 추진제에 대한 연소의 순열(net heat)을 나타낸다.

도 11은 조제된 추진제의 증류 곡선 데이터를 나타낸다.

도 12는 조제된 추진제 및 전형적으로 제조된 RP-1 추진제의 증류 곡선을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0006] 상세한 기술은 지금 제공될 것이다. 각각의 첨부된 청구항은 위배 목적이 청구항에 명시된 다양한 요소 또는 제한의 상당량을 포함하므로 인식되는 분리된 발명을 정의한다. 다음에 오는 개시는 특정 구체예, 버전 및 예시를 포함하나 본 개시의 정보가 이용가능한 정보 및 과학 기술과 결합할 때 드러난 문제의 방법 및 구성을 만들고 사용하기 위해 기술에 숙련자에게 권한을 주는 것을 포함하는 구체예, 버전 또는 예시로 제한하지 않는다.

[0007] 여기에 사용된 다양한 용어는 아래에 나타낸다. 청구항에 이용된 용어 대부분은 아래에서 정의되지 않으며, 발

행된 출판물에 나타난 용어 및 필링(filing)의 시간에서 특허를 출판하는 용어가 주어지는 적절한 기술로 기술의 숙련자에게 광범위하게 주어진다. 게다가, 특별히 다른 규정이 없는한, 여기에 기술된 모든 화합물은 대체되거나 대체되지 않을 수 있으며, 화합물의 목록은 이들의 유도체를 포함한다.

[0008] 게다가, 다양한 범위 및/또는 수치 제한은 명백히 아래에 진술된다. 특정 범위가 명백히 진술된 범위 또는 제한 내 떨어지는 같은 크기의 반복 범위를 포함한다.

[0009] 본 발명의 구체에는 조제된 추진제에 관한 것이다. 차량의 큰 비율은 예를 들어, 추가 차량이 램제트(ramjets) 또는 스크램제트(scramjets)에 의해 움직이는 극초음속 우주 항공기(hypersonic space planes)를 포함하는 동안, 발사체 및 로켓에 있다. 램제트는 일반적으로 들어오는 공기를 압축하도록 제트의 전방 운동을 이용하는 제트 엔진이며, 일반적으로 제로 대기속도(zero airspeed)로 추력(thrust)을 생성할 수 없으며 따라서 정지 상태(standstill)에서 제트기(jet aircraft)를 이동할 수 없다. 스크램제트는 연소 공정이 초음속의 기류에서 이루어지는 램제트의 변형체이다.

[0010] 로켓은 일반적으로 높은 속도에서 로켓의 뒤에 있는 방출된 질량에 의해 추력을 발생시킨다. 화학적 로켓은 추력(thrust)을 생성하기 위해 고속 가스의 스트림을 만드는 연소실(combustion chamber)에서, 추진제 및 액체 산소와 같은 산화제를 반응시킨다. 현재 이러한 차량의 페이로드(payloads)는 추진제의 밀도 및 에너지 함량에 의해 좋은 한도로 제한된다.

[0011] 로켓 추진제의 비추력(specific impulse)은 연소실에 추진제의 질량 유량으로 발생하는 추력과 연관된 매개변수이다. 비율은 챔버 온도의 제곱근(square root)과 비례하며, 챔버 함량 분자량의 제곱근에 반비례한다. 따라서, 비추력은 챔버의 온도가 증가(높은 챔버 압력으로 야기된)하면 증가하고, 연소 생성물의 분자량이 감소(무거운 생성물 보다 높은 배기 속도로 이루어진)하면 증가한다. 본질적으로 비추력은 모멘텀 항(momentum term)이다. 주어진 시산 또는 배기 가스 속도로 연소된 연료량의 증가는 비추력에 일반적으로 유익한 영향을 줄 것이다. 큰 추력이 연소된 연료의 주어진 중량을 위해 발생되기 때문에 높은 비추력은 바람직하다. 결과는 좋은 페이로드(payload)가 가능한 것 보다 이루어 질 수 있는 궤도 또는 높은 궤도에 들어올려질 수 있다는 점이다.

[0012] 다수의 추진제 사용자는 "RP-1" 조건(아래에 "RP-1 추진제로 참조)에 따르는 추진제를 사용한다. 항 함유량에 더 민감한 다른 사용자는 RP-2 설명에 따르는 추진제의 사용을 필요로한다. RP-1 및 RP-2 추진체에 대한 특정 관련 화학적 및 물리적 특성 조건은 아래의 표 1에 나타난다.

표 1

특성	RP-1 한계	RP-2 한계	ASTM법
10% 농축된 연료(°F)	365-410	365-410	
끓점(°F)	최대 525	최대 525	D-86
비중(60)	0.799-0.815		D-1298
황(ppm)	최대 30	최대 0.1	D-5623
메르캅탄 황(ppm)	최대 3	필요없음	D-3227
어는점(°F)	최대 -60(-51℃)	최대 -60(-51℃)	D-2386
연소의 순열(BTU/lb)	18,500 분	18,500분	D-240
방향족(vol%)	최대 5	최대 5	D-1319
올레핀(vol%)	최대 2	최대 2	D-1319
수소 함량(wt%)	13.8분	13.8분	D-3343
인화점(°F)	140분(60℃)	140분(60℃)	D-93

[0014] * 2006년 4월 14일, 미국 국방부 명세서 MIL-DTL-25576E로 기록

[0015] 전형적으로, RP-1 추진제는 제트 연료와 유사한 고정제된 등유(highly refined kerosene)이다. 일반적으로 등유는 140~250℃에서 석유(petroleum)의 분별 증류로부터 얻어지며, 10~25개의 탄소원자의 탄소 사슬 길이와 분자의 혼합을 야기한다. 예를 들어, RP-1 추진제는 약 175의 평균 분자량, 약 0.82g/ml의 밀도 및 350~525°F의 끓는점을 가질 수 있다. 이론적으로, 어떤 석유 원유는 거의 충분한 처리로 몇몇 RP-1 추진제를 생성할 수 있다; 그러나, 실제로, 연료는 일반적으로 비용 및 정제된 저품질 원유(crudes)를 포함하는 어려움 때문에 적은 수의 오일 분야에서 고품질 기반 스톡(high-quality base stock)으로 근원이된다. RP-1 추진제를 제조하는 전통적인 방법과 다르게, 본 발명의 추진제는 조제된 추진제를 형성하기 위해 하나 이상의 탄화수소 유체 혼합에 의해 만들어진다.

- [0016] 여기에 사용된 대로, 용어 "탄화수소 유체(hydrocarbon fluids)"는 동일하게 넓은 응용 범위에 사용된 물질의 넓은 범위를 기술하기 위해 포괄적인 의미로 사용된다. 일반적으로 여기에 기술된 조제된 추진제를 위해 이용된 탄화수소 유체는 많은 공정에 의해 생성될 수 있다. 예를 들어, 탄화수소 유체는 황을 제거 하기 위해 분명한 수소처리(hydrotreating), 강한 수소처리(deep hydrotreatment) 또는 수소첨가분해(hydrocracking) 및 다른 헤테로 원자(heteroatoms) 또는 중합 반응(polymerization) 또는 올리고머화 공정(oligomerization process)에서 생성될 수 있으며, 이러한 공정은 좁은 비등 범위로 분리 하도록 증류에 의해 이루어진다. 몇몇의 경우는 이성화파라핀(isoparaffins) 또는 파라핀(isoparaffins)으로 스트림을 응축하기 위하여 화학적 또는 물리적 분리와 같은 단계일 수 있다. 게다가, 올리고머화에서 유도된 이성화파라핀은 탄화수소 유체를 조성할 수 있다.
- [0017] 특정 탄화수소 유체는 미국 특허번호 7,311,814 및 7,056,869에 기술되며, 여기에 참조로 통합된다. 연료와 다르게, 탄화수소 유체는 예를 들어 500°F(260℃), 또는 300°F(148℃) 또는 100°F(37℃)보다 더 적은, 좁은 끓는점 범위를 가진다. 이러한 좁은 범위는 예를 들어, 증류 곡선으로 나타낸대로, 더 좁은 인화점 범위를 제공하고, 한정된 점도를 규정하며, 점도 안정성을 향상시키고, 증발 규정을 정의한다.
- [0018] 특정 구체예에서, 탄화수소 유체는 수소첨가분해된 진공 가스 오일(hydrocracked vacuum gas oil)의 분별 증류(fractionating) 및/또는 수소화(hydrogenating)에 잇달아 진공 가스 오일 증류액의 수소첨가분해에 의해 생성될 수 있다. 이러한 유체는 212°F(100℃) 내지 752°F(400℃)의 ASTM 끓는 점을 가질수 있고, 상기 각각의 탄화수소 유체는 여기에 기술된 좁은 비등 범위를 가질 수 있다. 유체는 예를 들어 적어도 40wt.% 또는 60wt.% 또는 70wt.%의 나프테닉(naphthenic) 함량을 더 가질 수 있다. 유체는 예를 들어, 2wt.% 또는 1.5wt.% 또는 1.0wt.%보다 적은 방향족 함량을 더 가질 수 있다. 유체는 예를 들어 212°F(100℃), 또는 205°F(96℃) 또는 200°F(93℃) 아래의 아닐린 점(aniline point)을 더 가질 수 있다.
- [0019] 특정 구체예에서, 탄화수소 유체는 연소의 높은 순열 및 좁은 증류 범위에 비해 예를 들어 30ppm 이하, 또는 15ppm 이하 또는 3 ppm 이하의 낮은 황 농도를 가지며, 예를 들어 1.0 vol.%, 또는 0.5 vol% 또는 0.01 vol% 아래의 방향족 함량을 가진다. 게다가, 탄화수소 유체가 처리되고 생성되는 법에 따라, 탄화수소 유체는 우수한 파라핀성(paraffinic), 이성화 파라핀성(isoparaffinic) 또는 나프탈릭(예를 들어, 40wt.%, 또는 50wt.% 또는 60wt.% 또는 80% 이상)으로 더 특성화될 수 있다. 이러한 특성화가 매우 낮은 밀도 및/또는 높은 연소 순열(net heat)을 이루기 위한 결합에 유용한데 반하여, 특성화는 추진제 배합물을 위한 필요 조건이 아니다.
- [0020] 다양한 탄화수소 유체를 특징화하는 몇몇의 특정, 비 제한의 화학적 및 물리적 특성 범위는 아래의 표 2에 나타난다.

표 2

특성	범위	ASTM법
끓점(°F)	250-600 또는 <525 (121-315℃ 또는 <273℃)	D-86
비중력(60°F)	0.760-0.825 또는 0.79-0.81	D-1298
황(ppm)	0.1-5.0 또는 <3	D-5623
메르캡탄 황(ppm)	<1 또는 <0.5	D-3227
어는점(°F)	-120~-40(-84~-40℃)	D-2386
연소 잔열(BTU/lb)	>18,250, >18,600, >18,750	D-240
방향족(vol%)	0-1.0	D-1319
올레핀(vol%)	0-0.1	D-1319
탄화수소 함량(wt%)	13.0-15.3	D-3343
인화점(°F)	130-225, >140(54-107℃, 60℃)	D-93

- [0022] 탄화수소 유체는 최종 사용 조건에 따라 물질을 야기할 수 있는 임의의 적합한 개시 물질로부터 유도될 수 있다. 개시 물질이 위에 진술된 가스 오일의 경우로서 최종 생성물 비등 범위로 나뉘는 필요가 없는 것을 설명한다. 따라서 탄화수소 유체의 제조를 위한 개시 물질은 예를 들어 가스 물질 또는 다른 고분자량 물질(물질의 분자량을 낮추기 위해 더 수소화분해(hydro cracked)되고, 등유(kerosene), 직류 디젤(straight run diesel), 극저황 디젤(ultralow sulfur diesel), 코커 디젤(coker diesel)(충분히 수소화처리된) 또는 FCC 유닛의 접촉분해 경유(light cycle oil)와 같은 추진제로 일반적으로 분류된 황 함량, 물질을 감소시키기 위해 강하게 수소화처리된)일 수 있다. 개시 물질은 가스에서 액체 공정 또는 생물량 전환 공정(biomass conversion processes)에서 등유 또는 가스 오일일 수 있다. 산소를 제거하는데 충분한 수소화처리 후, 특정 구체예에서, 바이오디젤

(biodiesel) 및 바이오제트(biojet)는 개시 물질로 이용된다.

- [0023] 일반적으로, 바이오디젤 및 바이오제트는 산소를 제거하기 위해 수소화처리된다. 특정 구체예에서, C_{12} ~ C_{18} 의 탄소 사슬을 산출하는 처리 후, 트리글리세라이드(triglycerides)는 개시 물질로 사용된다. 바이오디젤 및 바이오제트는 식물 또는 동물이 근원일 수 있다. 추가적으로, 개시 물질은 탄화수소 유체를 생성하기 위해 올레핀(Olefins)일 수 있으며, 올레핀은 중합되거나 올리고머화된다. 하나 이상의 구체예에서, 개시 물질은 예를 들어, 프로펜, 부텐 또는 이들의 혼합물을 포함할 수 있다. 올레핀은 나프타 트래커(naphtha cracker)와 같은 전통적인 근원으로부터 생성될 수 있다. 선택적으로, 본 발명의 특정 구체예에서, 올레핀은 저탄소수 알코올의 탈수로부터 생성된다. 저 탄소수 알코올(Low carbon number alcohols)은 다양한 바이오메스 발효 공정(biomass fermentation processes)을 통해 생성될 수 있다. 특정 구체예에서, 탄화수소 유체는 가스 오일, 등유, 직류 디젤, 극저 황 디젤, 코커 디젤, 접촉 분해 경유, 수소화탈납 가스오일(hydrodewaxed gasoil) 또는 등유 컷, 에틸렌, 프로펜, 부텐 또는 이들의 혼합물을 포함할 수 있다.
- [0024] 하나 이상의 구체예에서, 일반적으로 탄화수소 유체는 C_9 ~ C_{18} 또는 좁은 증류 컷(distillation cuts)에서 선택된 성분이다. 조제된 추진제를 형성하도록 혼합될 수 있는 탄화수소 유체를 특징화하는 증류 컷의 특정, 비 한정적 예는 SPIRDANE[®](예를 들어, 약 0.790g/mL의 밀도를 가지는 D-40, 356~419°F(180~215°C)의 비등 범위, 107.6°F(42°C)의 인화점, 및 약 0.770g/mL의 밀도를 가지는 D-60, 311~392°F(155~200°C)의 비등 범위, 145°F(62°C)의 인화점), KETRUL[®](예를 들어, 약 0.817g/mL의 밀도를 가지는 D-70, 381~462°F(193~238°C)의 비등 범위, 160°F(71°C)의 인화점 및 약 0.817g/mL의 밀도를 가지는 D-80, 397~465°F(202~240°C)의 비등 범위, 170.6°F(77°C)의 인화점), HYDRO SEAL[®] 및 ISANE IP[®] 유체를 포함하며, 통상적으로 TOTAL FLUIDES, S.A., ISOPAT[™] 유체에서 이용가능하고, 통상적으로 ExxonMobil Chemical Corp. 및 IP2835에서 이용가능하며, 통상적으로 Idemitsu Corp.에서 이용가능하다.
- [0025] 본 발명에 제공된 정보 및 방법으로, 탄화수소 스트림(hydrocarbon streams)의 혼합에 의해 특히 바람직한 특성을 가지는 추진제를 형성하는 것이 가능하다.
- [0026] 하나 이상의 구체예에서, 조제된 추진제는 두개 이상의 탄화수소 유체를 포함한다. 예를 들어, 몇몇 구체예에서, 조제된 추진제는 세 개의 탄화수소 유체를 포함한다. 다른 구체예에서, 조제된 추진제는 네 개의 탄화수소 유체를 포함한다. 각각의 탄화수소 유체는 각각 로켓 연료 혼합의 최종 특성으로 기여하는 법에 의하여 추진제 배합물을 위해 선택된다.
- [0027] 하나 이상의 구체예에서, 조제된 추진제는 특정 증류 곡선 또는 특정 증류 곡선의 측면을 설명하기 위해 형성된다. 예를 들어, 특정 구체예에서, 조제된 추진제는 표 1에 나타난 탈수된 연료 한도 내 전방 단부(front end) 및 표 1에 명시된 끝점(endpoint)의 온도 또는 그 이하의 끝점을 가지기 위해 설계될 수 있다. 이 경우, 복수의 탄화수소 유체는 "탈수된 연료" 및 "끝점"에 대한 RP-1 조건에 따라 조제된 추진제를 형성하도록 혼합될 수 있다.
- [0028] 각각의 탄화수소 유체는 바람직한 조건의 끝점 또는 탈수된 연료와 같은 특정 유체 특성을 각각 가지기 위해 혼합될 필요가 없다. 즉, 조제된 추진제는 탄화수소 유체 및 바람직한 조건에 따르지 않은 탄화수소 유체의 넓은 스펙트럼에서 형성될 수 있다. 게다가, 알려진 제트 연료 배합물(jet fuel formulations)은 탄화수소 유체와 통합될 수 있다. 이러한 화합물을 이용하여, 넓게 조절된 특성 분포가 이루어진다. 예를 들어, 제 2 탄화수소 유체가 바람직한 조건에 포함되는 끝점을 가지는 혼합을 이루기 위해 바람직한 조건 아래의 끝점을 가질 수 있는 동안, 특정, 비 한정적으로 조제된 추진제는 바람직한 조건보다 높은 끝점을 가지는 제 1 탄화수소 유체를 형성할 수 있다. 게다가, 각각의 탄화수소 유체를 선택하여, 수용가능한 한도 내 바람직한 증류 곡선의 복제(replicate)가 가능하다.
- [0029] 특정 경우에서, 단일 탄화수소 유체가 RP-1과 같은 특정 추진제 조건에 대한 증류 범위에 포함되거나 겹치지는 하나와 같은 추진제로 사용될 수 있는 동안, 두 개 이상의 유체의 결합은 바람직한 전체 증류 곡선에 상응할 수 있는 밀접한 방법에서 더 나은 유연성을 야기한다. 예를 들어, 10% 및 최종점(final point)의 RP-1 추진제 증류 곡선의 조건 내에서 두 개의 점이 매칭될 때, 조건 내 전체 RP-1 추진제 곡선을 매칭할 필요가 없다. 그러나, 둘 이상의 탄화수소 유체의 결합으로, 조제된 추진제를 이룰 수 있으며, 바람직한 증류 곡선에 더 근접하게 매칭되며, 예를 들어 성능이 향상되거나 성능이 조건화된다. 10% 및 끝점의 탈수된 연료와 같은 증류 곡선에 특정 점이 도달하도록 혼합되는 탄화수소 유체와 더불어, 탄화수소 유체는 수많은 다른 특성을 얻기 위해 혼합될 수

있다. 예를 들어, 탄화수소 유체는 유동점(pour point), 담점(cloud point), 어는점 및 밀도와 같은 특정 냉류(cold flow) 특성을 가지는 조제된 추진제를 얻기 위해 혼합된다. 다른 구체예에서, 탄화수소 유체는 밀도, 수소 함량 및 연소 순열과 같은 특정 추진제 성능 특징을 얻기 위해 혼합될 수 있다.

[0030] 예로서, 몇몇의 구체예에서, 140°F의 RP-1 추진제 조건 아래 인화점을 가지는 탄화수소 유체는 배합물에서 이용될 수 있으나, 조건 하 최종 혼합의 인화점을 감소시키지 않는 양으로만 이용될 수 있다. 유사하게, 극미량의 방향족을 가지는 유체와 같은 -60°F(~51°C) 위의 어는 점을 가지는 유체는 최종 어는점이 RP-1 추진제 조건값 아래 있는 한 혼합물에 포함될 수 있다.

[0031] 방향족이 감소/제거되는 탄화수소 유체의 사용은 추진제의 다른 이점을 얻는다. 특정 구체예에서, 탄화수소 유체 성분에서 감소된 방향족 양은 블렌드 스톡(blend stock)으로 사용된 탄화수소 유체 성분에 대한 연소 순열을 높인다. 특정 구체예에서, 탄화수소 유체의 높은 순열의 결합은 RP-1 추진제의 18,500BTU/pound의 최소 조건을 초과하는 생성물을 야기한다. 본 발명의 특정 구체예에서, 연소의 순열은 ASTM D-240으로 측정된 대로 18,500~19,000BTU/pound이다. 본 발명의 다른 구체예에서, 연소의 순열은 ASTM D-240에 의해 측정된 대로 18,700~18,900BTU/pound이다. 게다가, 방향족이 감소되거나 제거된 탄화수소 유체의 이용은 또한 조제된 추진제의 탄화수소 함량을 증가시킬 수 있다.

[0032] 또한, 이성화파라핀성 블렌드 스톡(isoparaaffinic blend stocks)은 동일한 탄소수에 의해 특성화된 방향족 또는 나프탈렌보다 큰, 블렌드 스톡의 연소 순열로 혼합물에서 포함될 때, 연소의 순열의 증가를 돕는다. 또한 표준 파라핀 혼합 스톡(paraaffin blend stock)은 연소의 순열을 증가시킬 수 있다.

[0033] 다른 블렌드 스톡(blend stocks)은 연소의 다른 비율을 가질 수 있다. 일반적으로, 로켓 엔진의 설계자는 로켓 엔진을 통해 바람직한 비율로 보급되는 화염 전면(flame front)을 확인하기 위하여 연소의 특정 범위 또는 비율을 선호한다. 너무 빠른 연소율은 엔진에서 바람직한 포인트 전에 연소 완료를 야기할 수 있다. 너무 느린 연소율은 반대의 문제를 야기할 수 있다. 이성화파라핀(은 일반적으로 적은 연소율을 가진다. 본 발명의 특정 구체예에서, 블렌드 스톡의 이성화파라핀/파라핀(isoparrafin/paraaffin) 비율은 조제된 추진제의 최적 연소율을 이루기 위해 제어된다.

[0034] 밀도는 차량에 의해 올려져야 하는 연료의 중량을 결정하므로 추진제의 중요한 매개변수이다. 바람직한 증류 곡선의 프레임워크(framework) 내에서, 탄화수소 유체는 최종 혼합물의 밀도를 바꾸기 위해 선택될 수 있다. 예를 들어, 나프탈렌 기반의 유체는 이성화파라핀 유체가 최종 생성물의 밀도를 감소시키는 동안 최종 밀도를 증가시킨다. 상당한 나프탈렌 양을 함유하고, 예를 들어 HYDROSEALS[®]와 같은 RP-1 추진제 조건과 연관된 증류 곡선의 높은 점(high end)에 있는 물질은 혼합된 생성물의 밀도를 증가시키는데 사용될 수 있다. 본 발명의 특정 구체예에서, 15°C에서 밀도는 D-1298로 측정된 0.77~0.82, 0.779~0.815, 0.81~0.8135 및 0.77~0.80이다.

[0035] 따라서, 하나 이상의 구체예는 둘 이상의 탄화수소 유체 중 적어도 하나로 이성화파라핀을 이용한다. 하나 이상의 구체예에서, 추진제는 예를 들어 0.8g/ml 보다 큰 밀도를 가지는 제 1 탄화수소 유체 및 0.8g/ml 보다 작은 밀도를 가지는 제 2 탄화수소 유체를 포함할 수 있다. 조제된 추진제는 예를 들어 RP-1 추진제의 중량보다 작은 약 5%, 또는 7% 또는 9%의 중량을 가질 수 있다.

[0036] 추진제의 수소 함량은 추진제의 성능에 상당한 영향을 미친다. 일반적으로 수소함량이 높으면 추진제의 Isp가 높다. 특정 구체예에서, 배기 분자량을 줄이기 위하여 로켓 엔진은 연소 생성물로서 CO₂ 보다는 CO를 생성하는데 충분한 약간의 연료로 구동된다. 수소 함량이 증가하므로, 추진제의 연소를 시작하기 위해 필요한(혼합물비) 산화제의 양은 또한 더 많은 원자가 주어진 탄소 수 화합물을 위해 존재하기 때문에 증가할 수 있다. 탄소 비율로 연료 수소의 증가는 증가하는 연료 비로 화학양론적 산소를 야기한다. 따라서, 가스의 더 많은 몰(moles)은 연소 생성물로 배기 노즐로부터 배출된다. 추가적인 가스의 몰이 몰일 경우, 배기 가스의 평균 분자량은 감소한다, 추가적으로, OH 및 수소 원자의 분자 부분(molecular fragments)의 상당한 양은 형성되며, 연소실에서 배출된다. 또한 이러한 비율은 탄소 비율로 수소의 증가 및 배기 가스의 평균 분자량의 추가 감소로 증가할 수 있다. 본 발명의 특정 구체예에서, 조제된 추진제의 수소 함량은 탄화수소 유체 블렌드 스톡 분자의 탄소 원자의 수소 비율 증가에 의해 제어된다. 예를 들어, 고리(rings) 및 분기(brancing)을 줄이고, 탄화수소 분자의 수소 분리의 정도를 증가시켜 수소 : 탄소 원자비를 증가시키고, 따라서 추진제의 수소 함량이 증가한다. 탄화수소 유체 블렌드 스톡에서 방향족의 제거 또는 감소는 수소 함량을 상당히 증가시킨다. 본 발명의 로켓 추진제의 특정 실시예에서 수소 함량은 ASTM D-3343으로 측정된 14.25~15wt%, 14~14.8wt%, 15.3%이하 및 14.8~15wt%이다.

- [0037] 일반적으로 혼합된, 조제된 추진제에 사용된 탄화수소 유체는 매우 낮은 황 농도를 가지고, 반대로 황은 많은 방법의 추진제 성능에 영향을 주고, 연소 잔열의 감소 및 파울링(fouling)의 증가를 포함한다. 따라서 몇몇 구체예에서, 조제된 추진제는 일반적인 RP-1 추진제에 비교하여 상당히 감소된 황 함량을 포함한다. 예를 들어, 조제된 추진제는 30 ppm 이하 또는 5ppm 이하의 황을 포함할 수 있다. 다른 구체예에서, 조제된 추진제는 3ppm 이하의 황 또는 1ppm 이하의 황을 함유한다.
- [0038] 조제된 추진제에서 올레핀 및 방향족이 상당히 없기 때문에, 조제된 추진제는 전형적으로 제조된 RP-1 추진제를 거쳐 향상된 열 안정성을 설명한다. 여기에 기술된 차량에서 이용된 엔진은 탱크로부터 연료가 연소실에 주입 전에 흐르는 배기 노즐 주위의 냉각 코일(cooling coils)을 포함할 수 있다. 냉각 코일은 추진제에 존재하는 방향족 및/또는 올레핀 때문에 큰 부분에서 주기적으로 오염된다. 따라서, 조제된 추진제는 예를 들어 냉각 코일 파울링이 제거되지 않는 경우, 상당한 감소 때문에 부스터 단계 로켓 모터(booster stage rocket motors)의 재사용을 허용한다.
- [0039] 전형적으로 제조된 RP-1 추진제는 부스터 단계 및 상부 단계, 둘 다에서 사용될 수 있다. 그러나, RP-1으로 발생하는 밀도 및 성능 때문에 높은 에너지 연료를 포함하거나 완전한 사용을 위한 상부 단계에 더 일반적이다. 기술에서 보통 기능 중 하나는 조제된 추진제의 성능 매개변수의 조작에 의해 본 발명의 이익으로 이해될 수 있고, 본 발명과 일치하는 조제된 추진제는 단일 또는 높은 에너지 연료와 결합하여 상부 단계에서 사용될 수 있다. 본 발명의 특정 구체예에서, 조제된 추진제는 특정 임펄스의 높은 레벨을 이루기 위하여 금속 산화물을 형성할 수 있는 분말 금속(powdered metal)과 결합할 수 있다. 이러한 금속의 한 예는 알루미늄이다.
- [0040] 본 발명의 조제된 추진제는 전형적으로 제조된 RP-1 추진제보다 뛰어나지 않은 경우 특성 및 비용에서 적어도 동일한 추진제를 생성하기 위해 존재하는 탄화수소 유체의 혼합에 의해 특정 전형적인 RP-1 추진제의 이용 가능성/성능의 문제를 극복한다. 또한, 본 발명의 제조된 추진제는 이용가능한 일반적으로 제조된 RP-1 보다 높은 레벨의 특정 임펄스(Isp)를 유지하도록 가능성을 설명하는 동안, 밀도, 수소 함량 및 연소 순열과 같은 특성을 제공하는데 알맞는다.
- [0041] 예를 들어, 조제된 추진제가 염료(dyes), 산화 방지제(antioxidants), 금속 탈활성제(metal deactivators) 및 이들의 화합물과 같은 다양한 첨가제를 포함할 수 있는 것은 더 고려된다.
- [0042] 예
- [0043] 전형적으로 제조된 RP-1 추진제의 샘플 및 다양하게 조제된 추진제의 샘플은 D-86으로 분석되고, FIA에 의해 밀도, 아닐린 점(aniline point), 운점(cloud point), 황 함량 및 방향족 함량이 분석된다. 증류 곡선 및 밀도는 ASTM D-3343으로 수소 함량을 계산하기 위해 사용된다. 증류 곡선, 밀도, 아닐린 점, 황 함량 및 방향족 함량은 ASTM D-4529로 연소 잔열을 계산하는데 사용된다. 비교 기준으로서, 전형적으로 제조된 RP-1 추진제의 샘플은 아래의 데이터에 나타난 결과로 얻어지며 분석된다. 밀도는 연소 잔열의 평가인 ASTM D-4529로 요구된 15°C에서 측정된다. 이후의 조제된 추진제에 대한 밀도 측정은 동일한 기준에서 수행된다.
- [0044] 전형적으로 제조된 RP-1 추진제를 위하여, 황 함량은 최대 30ppm의 훨씬 아래에 있다. 운점은 어는점(어는점은 운점보다 낮은 온도) 대신 측정된다. 수소 함량은 밀도, 증류곡선 및 방향족 함량을 이용하는 ASTM D-3343에서 실험식(empirical formulas)을 사용하여 계산된다. 값은 13.8%(wt)의 조건을 능가하는 14.27%이다. 게다가, 수소 함량이 약간 감소하는, 각각 1.22 및 1.10%(vol)로 존재하는 적은 양의 방향족 및 올레핀이 있다. C₁₂-C₁₈ 등유의 이론적인 최대 수소 함량은 14.9~15.3%이다. 또한 강하게 수소화처리된 등유로서, 전형적으로 제조된 RP-1 추진제는 나프탈렌 고리의 존재로 특성화된다. 전형적으로 제조된 RP-1 추진제 증류 곡선은 도 1에 나타난다. 선(lines)은 RP-1 추진제의 증류 곡선 조건을 나타내기 위해 삽입되었다. 10% 지점은 365~410°F(185~210°C)에 도달되어야 하고, 끝점은 RP-1 조건을 위해 525°F(273°C) 아래여야 한다. 위에 기술된대로, 전형적으로 제조된 RP-1 추진제는 C₁₂-C₁₈의 탄소 수 화합물 범위로 구성된 좁은 것이다. 증류된 퍼센트로 온도의 완만한 증가는 다양한 탄소 수 화합물의 복합 혼합을 나타낸다.
- [0045] 조제된 추진제의 이용을 위해 분석된 물질은 SPIRDANE[®] D-40, SPIRDANE[®] D-60, KETRUL[®] D-70, KETRUL[®] D-80, HYDROSEAL[®] G 232 H, ISANE IP[®] 175 및 ISANE IP[®] 185이다. 이러한 성분의 증류 곡선은 도 2에 나타난다. 데이터는 전형적으로 제조된 RP-1 추진제의 증류 곡선에 관하여 나타난다. 각각의 성분 어느것도 "있는 그대로(as is)", 즉 배합물 없이 이용되는, 전형적으로 제조된 RP-1 추진제로 충분히 가깝게 대응하지 않는다. 성분은

D 232H에 따라 높게 보일링(boiling)되고, D-60과 같이 낮게 보일링되거나 D-80과 같이 좁은 비등 범위로 특성화된다. 그러나, 블렌드 성분에 대한 특성 결합은 RP-1 조건에 대응하는데 알맞은 추진제 증류 곡선의 전단(front end), 중간단(middle middle), 및 후단(back end)으로 혼합에서 유연성을 허용한다. 선택적으로, 증류 곡선에 관련된 추진제의 다양한 특징 또는 다른 특성은 혼합을 위한 성분의 적합한 선택을 통해 최적화될 수 있다.

[0046] ISANE IP[®] 물질을 제거하는 전체 성분의 밀도 측정은 전형적으로 측정된 RP-1 추진제에 가깝다. ISANE IP[®] 물질은 전형적으로 제조된 RP-1 추진제 보다 낮은 밀도로 특성화된다. ISANE IP[®]을 포함하는 연소 잔열 및 성분의 수소 함량은 전형적으로 제조된 RP-1 추진제와 비교된다.

[0047] 구성요소 데이터가 수집되면, 조제된 추진제는 만들어진다. 다수의 프로토타입 블렌드(prototype blends)는 결합에서 어떻게 성분이 서로 영향을 받는지 측정하기 위해 만들어졌다. 3개의 프로토타입(prototypes)은 만들어지며, 프로토-6, 프로토-7, 프로토-8을 나타낸다. 프로토-6은 RP-1 조건에 대응하도록 설계된다. 프로토-7 및 프로토-8은 각각 평균으로 RP-1 조건보다 낮게 비등하고 높게 비등하도록 설계된다. 프로토-7 및 프로토-8은 밀도 범위를 결정하기 위해 만들어지며, 다른 특성은 증류 곡선의 한계가 움직이는 경우, SPIRDANE[®], KETRUL[®] 및 HYDROSEAL[®] 기반 물질과 같은 현재 블렌드 성분으로 이루어진다. 프로토 타입의 블렌드 배합물(Blend formulation)은 표 3에 나타낸다.

표 3

블렌드 배합물	D-60(vol%)	D-70(vol%)	D-80(vol%)	G232H(vol%)
프로토-6	70	5	0	25
프로토-7	90	5	0	5
프로토-8	45	0	10	45

[0049] 프로토-6, 프로토-7, 프로토-8의 증류 곡선 데이터 및 전형적으로 제조된 RP-1 추진제는 도 3에 나타낸다. 10% 및 끝점에서의 조건으로만, RP-1 조건에 따르는 증류 곡선에 넓은 위도가 있다. 3개의 모든 프로토 타입은 조건을 따른다. 평균의 높은 비등으로 설계된 프로토-8은 조건의 한계에 부합하는 410°F에서 10% 지점을 가진다. 세 개의 프로토타입은 최대 525°F 아래의 끝점을 가진다. 프로토-7은 설계된 대로, 465°F(240°C)의 상당히 아래에 있다.

[0050] 광 D-60 성분의 고농도는 검사된 모든 것들 아래의 프로토-7 증류 곡선의 위치를 반영한다. 유사하게, 비중이 큰 G232H의 고농도는 모든 것들 위의 프로토-8 증류 곡선을 올린다.

[0051] 모든 배합물의 운점 데이터는 수용가능한 어는점을 가지는 모든 것을 나타내는 -60°F(-51°C)의 어는 조건 아래 있다. 전형적으로 제조된 RP-1 추진제의 황 함량은 위에 나타낸대로, 분산 X선 형광(dispersive x-ray fluorescence) 파장에 의해 1ppm에서 측정된다. 프로토타입 배합물은 0.5~0.6ppm에서 측정으로 방법에 대한 검출 한도에 있다. 이러한 값은 RP-2 배합물에 대하여 0.1ppm 최대 한도와 매우 가깝다. 밀도 측정은 약간 높긴 하지만 여전히 RP-1 조건 내에 있는, 전형적으로 제조된 RP-1 추진제와 매우 가깝다. 밀도측정은 전형적으로 제조된 RP-1 추진제 의 약간 위에 있는 블렌드 스톡의 밀도와 일치한다. 밀도 측정은 도 4에서 비교된다.

[0052] ISANE IP[®] 175 및 185는 전형적으로 제조된 RP-1 추진제 보다 상당히 낮은 밀도로 특성화되나 RP-1 조건, RP-1 조건 위에 있는 인화점을 가진다. 각각의 밀도는 0.77g/ml 이하이며, 상당한 감소는 다른 구성요소 및 전형적으로 제조된 RP-1 추진제에 관련된다. 추가적으로, 수소 함량은 15.1~15.2로 측정된다. 수소 함량은 C12~C18에서 나프탈렌 고리를 가지지 않는 완전히 분리된 샘플의 이론적인 값과 일치하며 물질에 대한 분석 증명에 보고된 일반적인 값으로 반영된다.

[0053] 전형적으로 제조된 RP-1 추진제의 증류 곡선 데이터는 특정 탄화수소 유체와 비교하여 도 5에 나타낸다. 새로운 물질은 400°F(204°C) 아래의 끝점으로 매우 좁은 컷(cuts)이다. 새로운 물질은 RP-1 추진제 배합물을 만들기 위하여, 미들 컷(middle cut) 및 헤비 컷(heavy cut)의 사용을 필요로 한다. 추가적으로, 증류 곡선의 전단부(front end)는 몇몇의 과을 나타내어 매우 깨끗하고, 낮은 인화점 화합물은 배합물의 광 부분에 대한 이상적인 블렌드 성분을 만들고 있다. 새로운 성분으로 제조된 프로토타입 블렌드는 프로토-12를 통해 프로토-9를 나타낸다. 블렌드의 조성물은 도 4에 나타낸다.

표 4

블렌드 배합물	D-60 (vol%)	D-70 (vol%)	D-80 (vol%)	G232H (vol%)	ISANE IP 175 (vol%)	ISANE IP 185 (vol%)
프로토-6	70	5	0	25	0	0
프로토-7	90	5	0	5	0	0
프로토-8	45	0	10	45	0	0
프로토-9	0	10	0	30	0	60
프로토-10	0	0	15	20	0	65
프로토-11	0	12.5	0	12.5	75	0
프로토-12	0	15	0	20	0	65

[0054] 새로운 배합물에 대응하는 증류 곡선은 도 6에 나타난다. 프로토-9는 전형적으로 제조된 RP-1 추진제의 증류 곡선에 가까이 일치한다. 프로토-11은 배합물에서 ISANE IP® 175의 다소 높은 농도에서와 같이 저밀도 추진제로 설계된다. 프로토-10 및 프로토-12는 중간 비등 화합물의 큰 비율을 포함하도록 설정되고, 증류 곡선으로 D-70 대 D-80의 기여도(contributions) 사이의 차이를 검사하도록 설정된다. 볼 수 있듯이, 차이는 이용된 양에 비해 작다.

[0056] 이성화과라핀을 가지는 낮은 비등 성분 교체의 증류의 효과는 도 7의 밀도 측정에서 볼 수 있다. 밀도의 단계 변화는 명백하다. 저밀도의 블렌드 프로토-11은 0.7744g/ml에서 측정된다. 부스터 단계에서 연료의 28,500 갤런 및 제 2 단계에서 6,500 갤런을 가지는 가상적인 두 단계의 차량, 저밀도 프로토타입의 이용을 통해 절약된 증량은 도 8에 나타난다. 프로토-9의 상부 단계 증량 절감 및 전형적으로 제조된 RP-1 추진제의 증류 곡선 카피(distillation curve copy)는 궤도 페이로드(orbital payload)의 거의 7%이다. 절감량(savings)은 저밀도 프로토-11에 대해 약 9%이다. 절감량은 페이로드의 매우 큰 증가이다.

[0057] 프로토타입의 수소 함량은 도 9에 나타난다. 완전히 분리된 이성화과라핀을 가지는 자연에서 나프탈렌인 몇몇의 화합물을 대체하는 것은 전형적으로 제조된 RP-1 추진제 카피 프로토-9에 대한 거의 14.9 및 저밀도의 배합물, 프로토-11에 대해 15의 수소 함량에서 네트(net)의 증가를 야기한다. 상당한 증가는 전형적으로 제조된 RP-1 추진제 샘플에 관련된다.

[0058] 프로토타입의 연소 잔열은 도 10에 나타난다.

[0059] 위의 프로토-배합물과 더불어, 프로토-20이 제조된다. 프로토-6 및 프로토-9와 같은 프로토-20은 전형적으로 제조된 RP-1 추진제와 관련된, 타당하게 제한되는 증류 곡선 내에 대응하도록 설계된다. 도 11은 4개의 모든 배합물의 증류 곡선을 나타낸다. 그러나 프로토-20은 프로토-6 및 프로토-9 사이의 중간 밀도, 수소 함량 및 연소 잔열을 제공하도록 설계된다. 따라서 프로토-20은 15°C에서 0.8001의 밀도, 14.51wt%의 수소 함량 및 18,736 BTU/lb의 연소 잔열을 가진다.

[0060] 6천 갤런의 프로토-6은 통상적인 스케일 기능(scale facility)에서 준비된다. 도 12에서 볼 수 있듯이, 샘플은 통상적인 스케일 기능에서 생성된 조제된 추진제 프로토-6에 영향을 주고, 샘플("통상적인 RP 블렌드라 라벨링된")의 증류 곡선은 전형적으로 조제된 RP-1 추진제(RP-1으로 라벨링된(labeled)) 및 랩 벤치 스케일 조제된 프로토-6("Proto-6")과 비교된다. 도 12에서 볼 수 있듯이, 통상적인 스케일 기능까지의 스케일은 랩 스케일에서 수행한 것과 거의 동일한 증류 곡선을 생성한다. 표 5는 3개의 추진제의 추가 데이터를 제공한다:

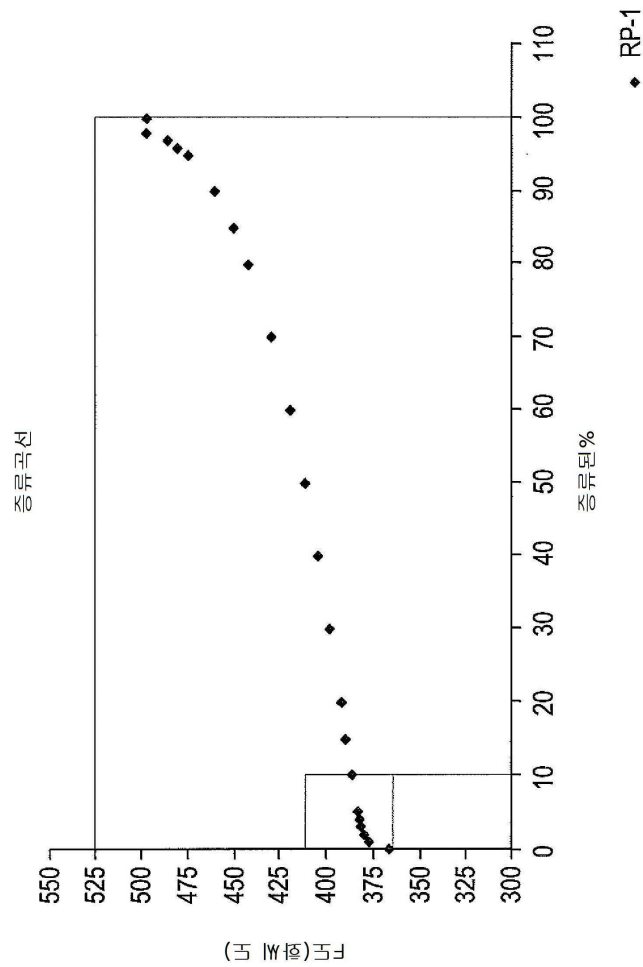
표 5

		RP-1	프로토-6	통상적인 블렌드
15°C에서 밀도 g.ml	ASTM D 4052	0.8101	0.8118	0.8120
황 ppm wt	ASTM D 7039	1	0.6	<0.5
운점 F	ASTM D 2500	-126	-89	-90.4
유동점 F	ASTM D 97	-130	-98	-103
수소 함량 wt%	ASTM D 3343	14.27	14.29	14.28
연소 잔열 BTU/lb	ASTM D 4529	18670	18661	18649
200°C에서 점도 cSt	ASTM D 445			2.262
인화점 F	ASTM D 93			158
FIA 방향족 vol%	ASTM D 1319	1.22		검출되지 않음
FIA 올레핀 vol%	ASTM D 1319	1.10		검출되지 않음

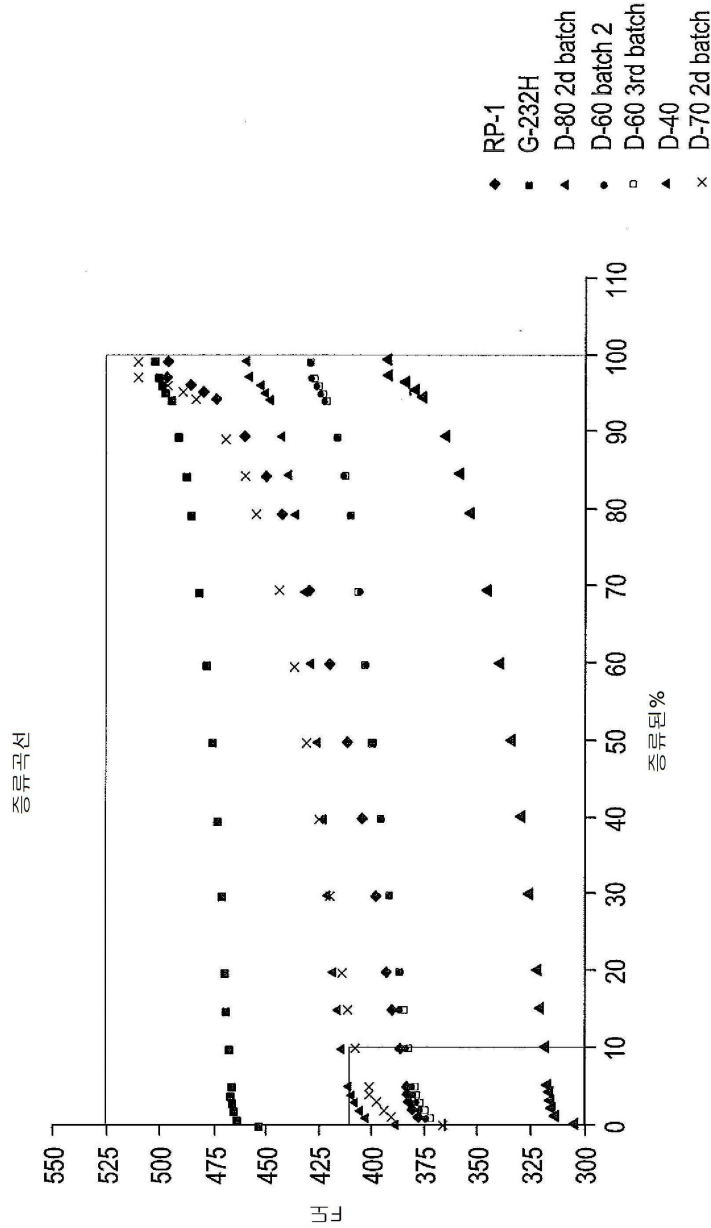
[0062] 상기 전술이 본 발명의 구체예의 대상이 되는 동안, 본 발명의 다른 또는 추가 구체예는 기초 범위에서 벗어나지 않고 고안될 수 있으며, 범위는 다음의 청구항으로 결정된다.

도면

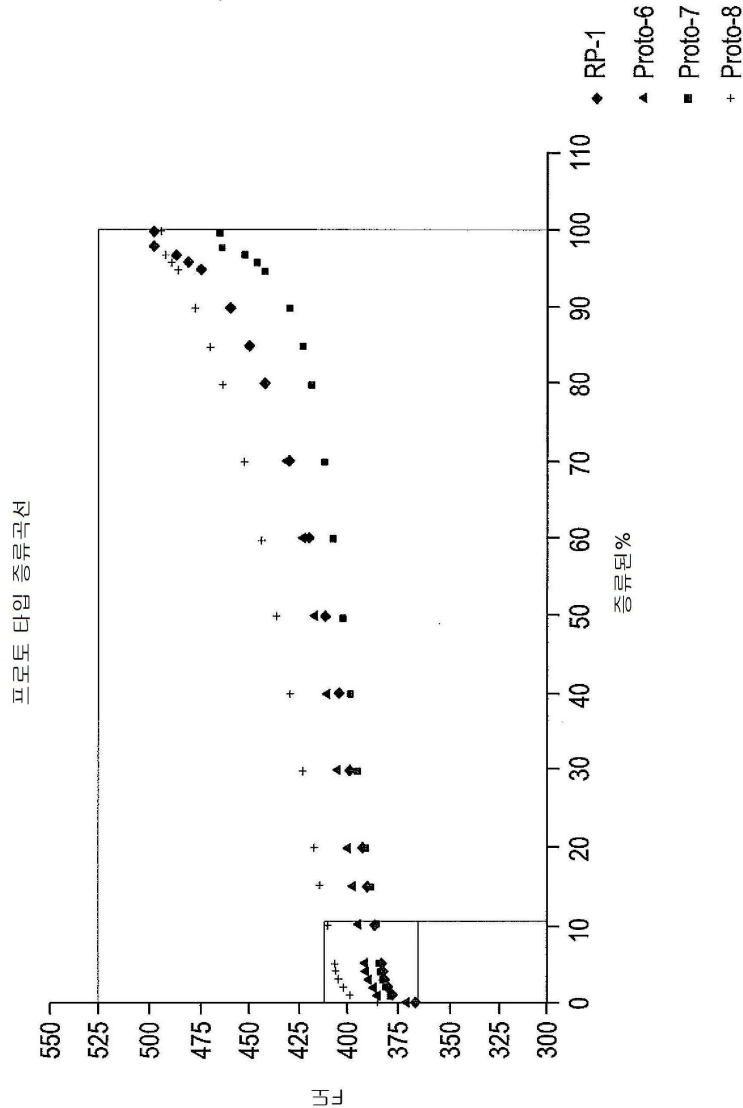
도면1



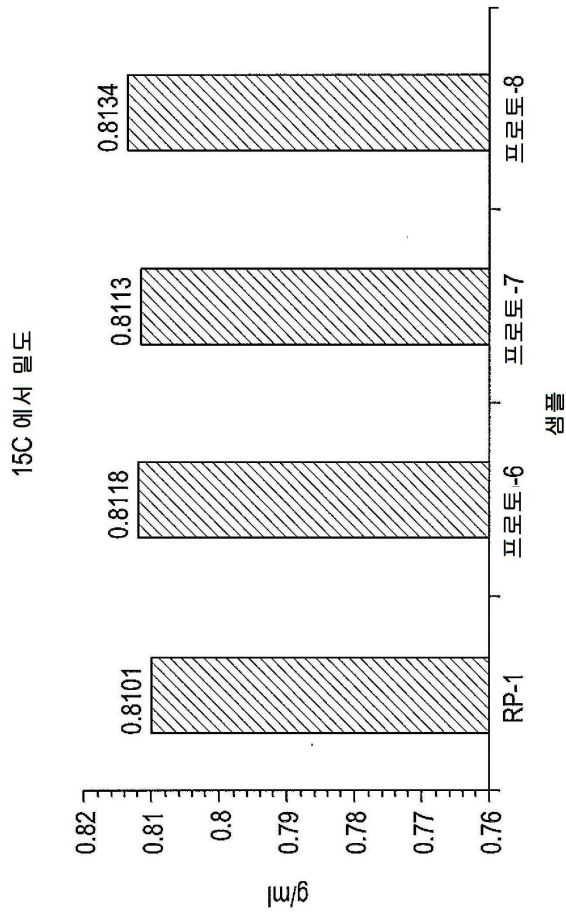
도면2



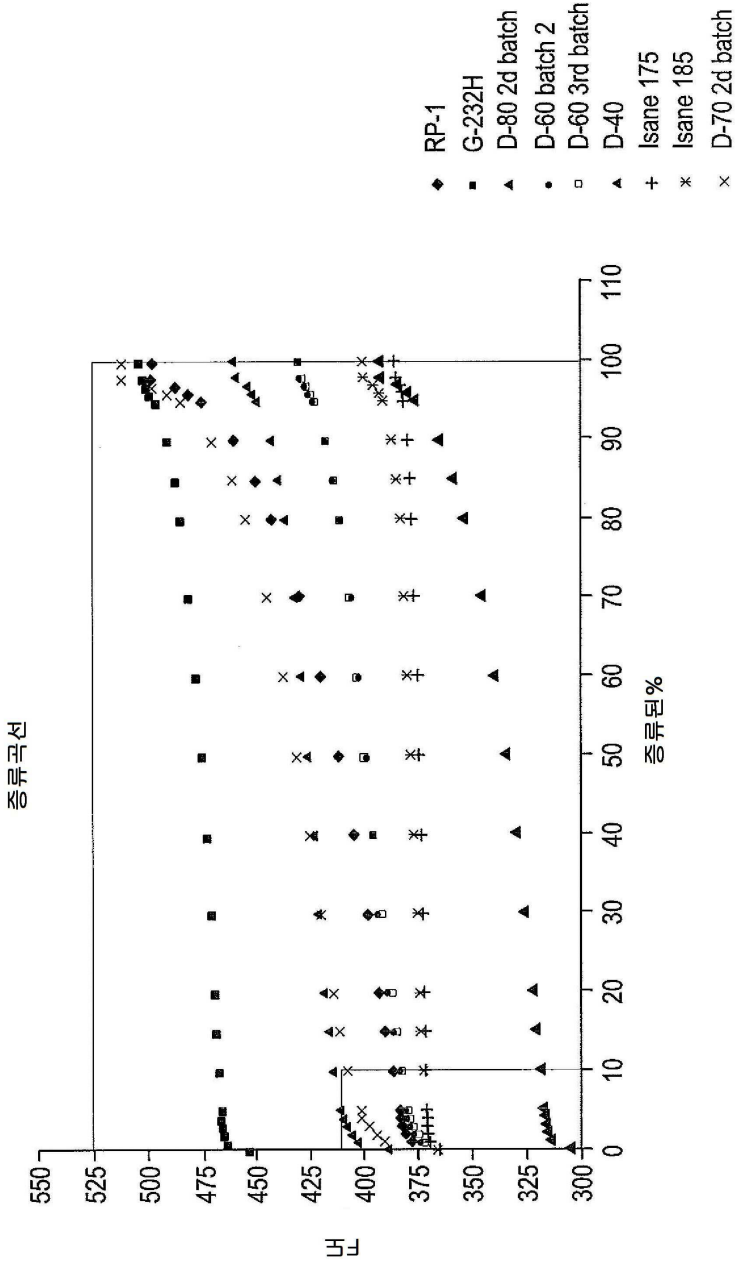
도면3



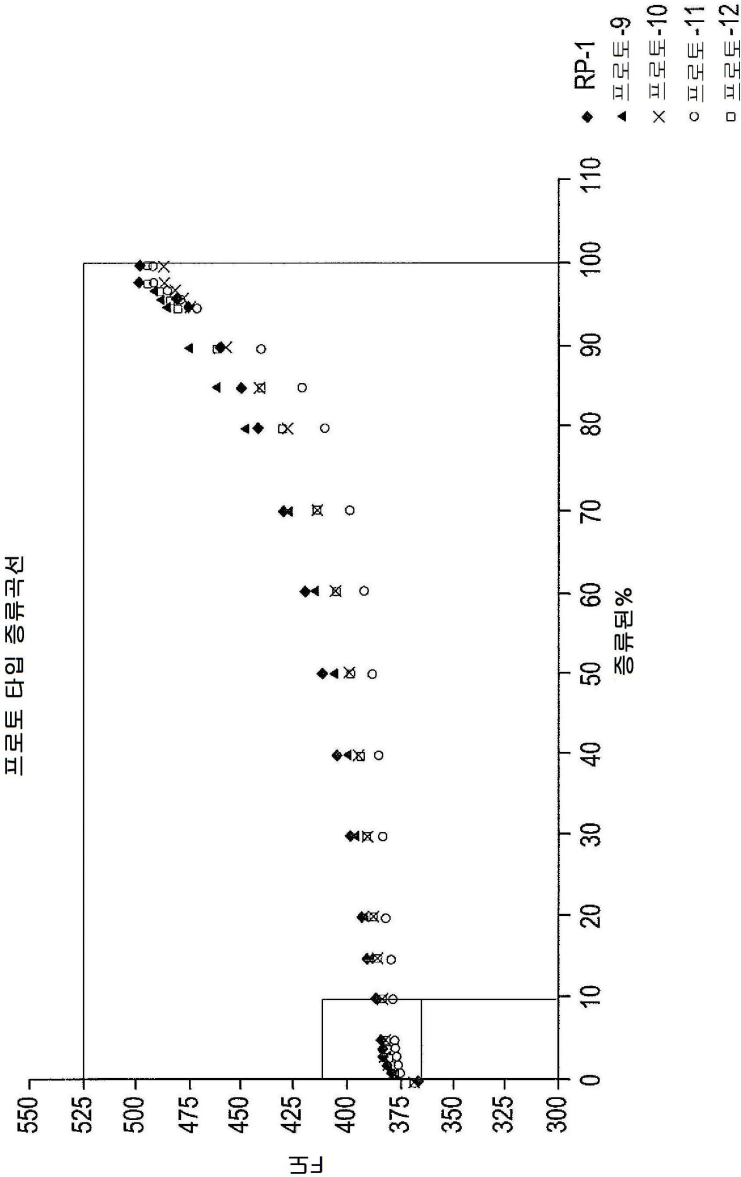
도면4



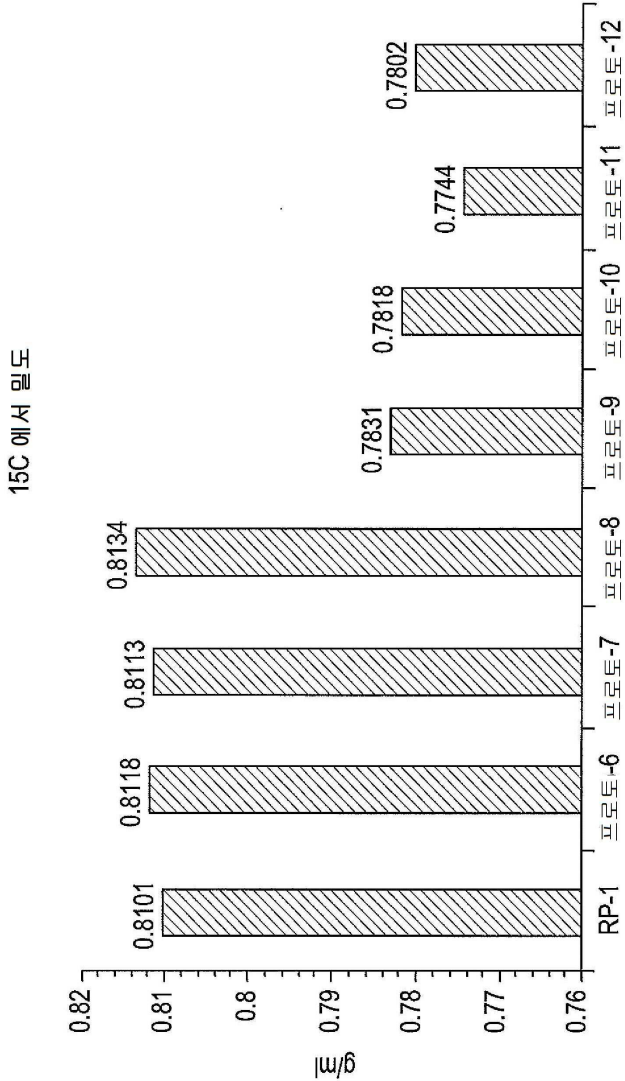
도면5



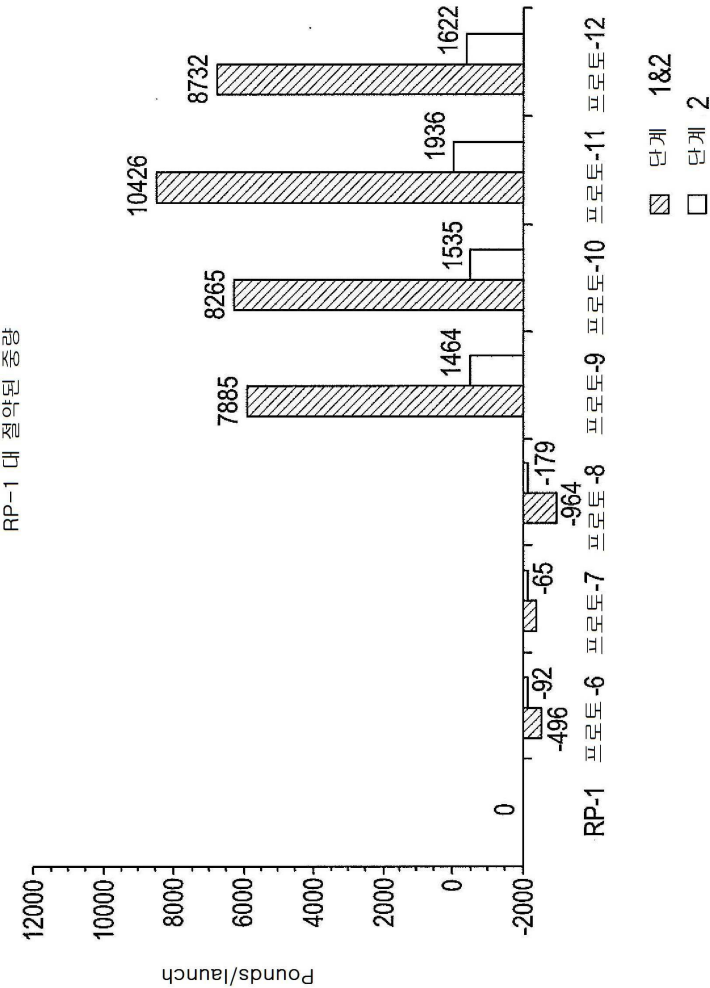
도면6



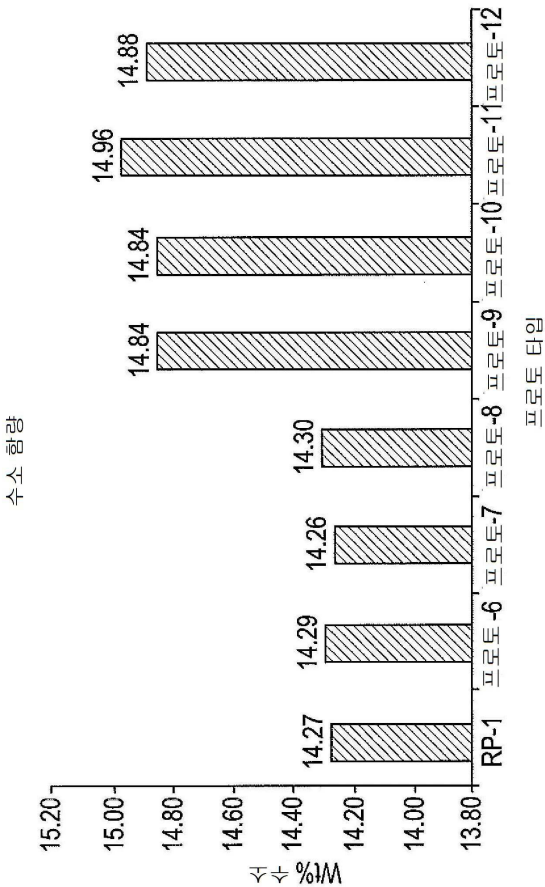
도면7



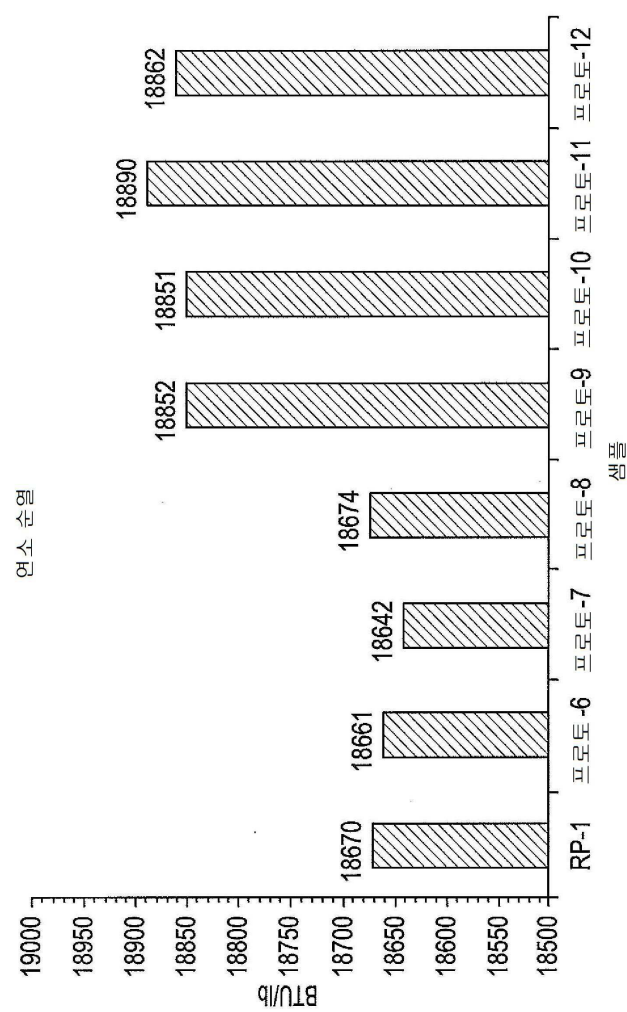
도면8



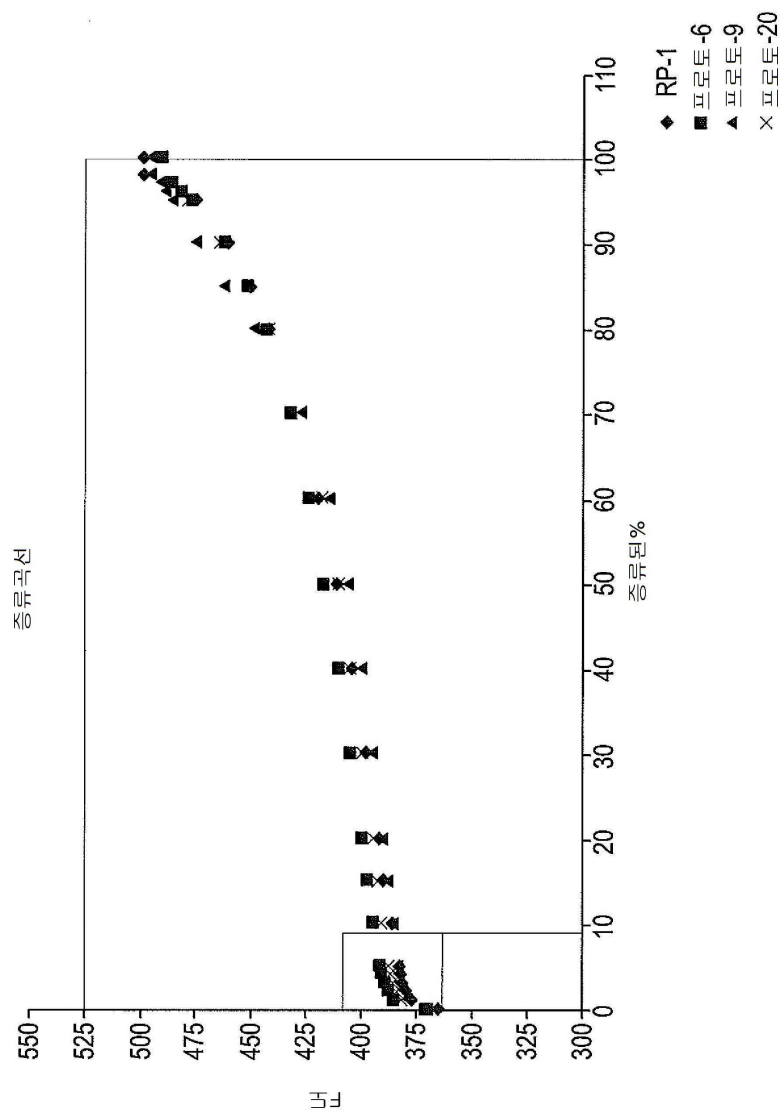
도면9



도면10



도면11



도면12

