



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년11월19일

(11) 등록번호 10-1570487

(24) 등록일자 2015년11월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C10L 1/182 (2006.01) *C10L 10/12* (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2014-0003501
 (22) 출원일자 2014년01월10일
 심사청구일자 2014년01월10일
 (65) 공개번호 10-2015-0084081
 (43) 공개일자 2015년07월22일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1019930011071 B1
 KR1020010089492 A
 KR1020130097834 A

(73) 특허권자
 한국기계연구원
 대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
 (72) 발명자
 이석환
 경기도 수원시 팔달구 중부대로 193, 101동 401호(우만동, 신성미소지움아파트)
 김태영
 대전광역시 유성구 전민로34번길 28, 나이스빌 303호
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 윤병국, 이영규

전체 청구항 수 : 총 2 항

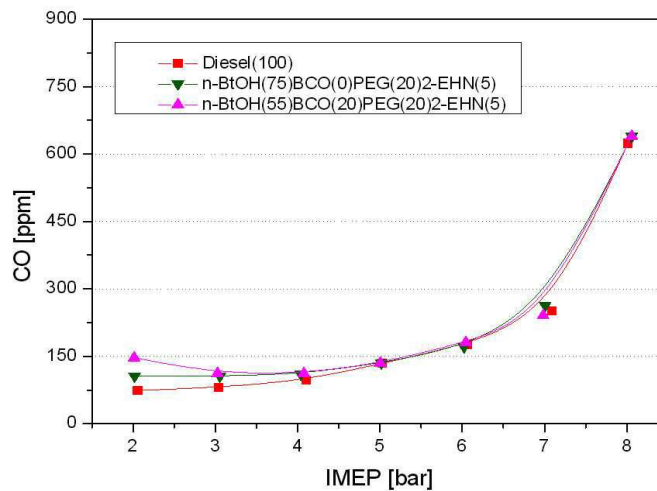
심사관 : 김길수

(54) 발명의 명칭 디젤 엔진용 바이오연료 조성물

(57) 요약

본 발명은 바이오원유(bio crude oil)를 디젤 엔진에 적용하기 위한 바이오연료 조성물에 관한 것으로서, 상세하게는 바이오원유 15~25wt%, 탄소수 1~5의 저급알코올(lower alcohol) 50~60wt%, 및 세탄가 향상제(cetane number improver) 18~26wt%를 포함하는 디젤 엔진용 바이오연료 조성물에 대한 것이다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

강건용

대전광역시 유성구 계룡로 55, 101동 2203호(봉명동, 유성자이)

김창엽

대전광역시 유성구 엑스포로 448, 306동 104호 (전민동, 엑스포아파트)

최영

대전광역시 유성구 가정로 266, 12동 401호(가정동, KIT교수아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

바이오원유(bio crude oil)를 디젤 엔진에 적용하기 위한 연료 조성물로서,
 바이오원유 15~20wt%, 탄소수 1~5의 저급알코올(lower alcohol) 55~60wt%, 및 세탄가 향상제(cetane number improver) 18~26wt%를 포함하며,
 상기 세탄가 향상제(cetane number improver)는 PEG(polyethylene glycol) 15~20wt%, 및 2-EHN(Ethylhexyl nitrate) 3~6wt%를 포함하고,
 상기 탄소수 1~5의 저급알코올은 n-부탄올이며,
 상기 세탄가 향상제는 PEG(polyethylene glycol) 400와 2-EHN(Ethylhexyl nitrate)이 4:1의 중량비로 혼합된 것임을 특징으로 하는 디젤 엔진용 바이오연료 조성물.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 바이오원유는 목질계 열분해유(wood pyrolysis oil)인 것을 특징으로 하는 디젤 엔진용 바이오연료 조성물.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 바이오원유(bio crude oil)를 디젤 엔진에 적용하기 위한 바이오연료 조성물에 관한 것으로서, 상세하게는 바이오원유 15~25wt%, 탄소수 1~5의 저급알코올(lower alcohol) 50~60wt%, 및 세탄가 향상제(cetane number improver) 18~26wt%를 포함하는 디젤 엔진용 바이오연료 조성물에 대한 것이다.

배경기술

[0002] 근래에 들어 화석연료의 고갈 및 환경오염 등의 문제로 인하여 화석연료를 대체할 수 있는 재생에너지원에 대한 중요성이 부각되고 있는데 이 중에서 목재 등의 바이오매스를 이용하여 액체, 고체, 기체 상의 연료를 제조하는 기술들이 활발히 연구되고 있다.

[0003] 특히 목재가 풍부한 나라들을 중심으로 목재를 원료로 생산되는 열분해유를 적용한 열병합 발전소가 건설되고 있으며, 생산된 바이오원유를 수송용 디젤엔진의 연료로 직접 적용하고자 하는 연구들도 근래에 진행되고 있다.

- [0004] 하지만, 열분해유는 디젤 엔진에 적합하지 않은 연료 물성치를 가지며, 열분해유를 이용하여 엔진 연소는 가능하지만 연료공급계가 마모되는 결과들이 보고되고 있다. 열분해유의 물성치는 원료가 되는 바이오매스의 종류 및 생산 공정에 따라서 큰 차이를 보이는데 보통 18~30%의 수분이 포함되어 있으며 화석계 연료에 비하여 연료 내에 산소 성분이 많이 포함되어 있다.
- [0005] 이와 같이 디젤유와는 물성치가 매우 상이하므로 연료미립화, 점화 및 연소 특성, 배출가스의 배출 특성도 다르며, 이에 따른 열분해유가 가지는 특성들을 요약하면 다음과 같다.
- [0006] 먼저, 열분해유는 낮은 세탄가로 인하여 단독으로 사용시 자발화 되지 않으므로 파일릿 분사나 세탄가가 높은 연료 등과 혼합하여 사용되는 것이 일반적이다. 또한, 열분해유의 구성성분 중 산소성분은 42~50%를 이루고 있으며 탄소 성분의 비율이 석유계 연료에 비해서 낮으므로 에너지 함유량도 낮다.
- [0007] 열분해유의 점도는 디젤유에 비하여 높기 때문에 연료의 미립화 특성이 저하되며, 또한 열분해유는 산성(pH 2-3)의 성질을 가지므로 장시간 운전을 하는 경우 분사계가 부식될 수 있으며 연료 내의 높은 수분함유량 또한 분사계 손상의 요인이 된다.
- [0008] 한편, 열분해유에는 타르가 포함되어 있어 중합 작용(polymerization)에 의해서 점착성의 물질로 변환되게 된다. 상기 중합작용은 실온에서도 일어나며 특히 90도가 넘는 고온에서 매우 빠르게 일어난다. 이로 인하여 발생하는 중합체(polymer), 타르, 고체 입자 등은 분사계 뿐만 아니라 연소실, 배기밸브, 피스톤 등에 퇴적되어 성능 저하를 일으킨다. 이는 알코올 연료와 혼합함으로써 일정 부분 방지할 수 있다.
- [0009] 이러한 특성들에 의하여 열분해유를 디젤엔진에 단독으로 사용하기는 매우 어려웠으며, 열분해유를 화석계 연료인 디젤유와 혼합한 혼합유를 사용하여 디젤엔진에 적용하는 것이 일반적이었다. 그러나, 이러한 혼합유는 바이오원유와 화석연료와의 성질이 달라 완전한 혼합이 어려울 뿐만 아니라 화석연료를 완전히 대체할 수 없다는 점에서 한계가 있었다.
- [0010] 이에, 본 발명에서는 화석계 연료를 대체하여 친환경적이면서도 열분해유를 디젤엔진에 사용하는 경우 발생하는 문제점들을 해결할 수 있는 신개념의 바이오연료 조성물을 개발하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명의 목적은, 화석계 연료를 대체하고 NOx, 입자상 물질 등의 유해물질 방출량이 적어 친환경적이면서도 열분해유를 디젤엔진에 사용하는 경우 발생하는 발열량, 점도, 산도, 침전 등의 문제점들을 해결할 수 있는 신개념의 바이오연료 조성물을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 바이오원유(bio crude oil)를 디젤 엔진에 적용하기 위한 연료 조성물로서, 바이오원유 15~25wt%, 탄소수 1~5의 저급알코올(lower alcohol) 50~60wt%, 및 세탄가 향상제(cetane number improver) 18~26wt%를 포함하는 디젤 엔진용 바이오연료 조성물을 제공한다.
- [0013] 이때, 상기 바이오원유는 다양한 바이오매스(biomass)로부터 기인할 수 있으나 바람직하게는 목질계 열분해유(wood pyrolysis oil)가 사용될 수 있으며, 상기 탄소수 1~5의 저급알코올은 n-부탄올 (butanol)이 사용되는 것이 바람직하다. 또한, 상기 세탄가 향상제는 PEG(polyethylene glycol) 400과 2-EHN(Ethylhexyl nitrate)이 3.5~4.5:1의 중량비로 혼합된 것이 사용되는 것이 바람직하다.
- [0014] 본 발명의 바람직한 실시예로, 본 발명의 디젤 엔진용 바이오연료 조성물은 바이오원유 15~25wt%, 탄소수 1~5의 저급알코올(lower alcohol) 50~60wt%, PEG(polyethylene glycol) 400 15~20wt%, 및 2-EHN(Ethylhexyl nitrate) 3~6wt%를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0015] 본 발명의 디젤 엔진용 바이오연료 조성물은 화석계 연료를 대체하고 NOx, 입자상 물질 등의 유해물질 방출량이 적어 친환경적이면서도 열분해유를 디젤엔진에 사용하는 경우 발생하는 발열량, 점도, 산도, 침전 등의 문제점들을 해결할 수 있는 장점이 있으며, 안정적인 재생연료로 사용될 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1 - 본 발명의 디젤 엔진용 바이오연료 조성물에 사용되는 목질계 열분해유의 모습을 보여주는 사진
 도 2 내지 도 5 - 본 발명의 디젤 엔진용 바이오연료 조성물의 엔진부하에 따른 배출가스(CO, THC, NOx, CO₂) 특성을 보여주는 그래프
 도 6 및 도 7 - 본 발명의 디젤 엔진용 바이오연료 조성물의 연소성능(연소실 압력과 열방출율, 도시평균 유효 압력 변동계수) 특성을 보여주는 그래프
 도 8 - 본 발명의 디젤 엔진용 바이오연료 조성물의 엔진부하에 따른 입자상 물질 포집량(PM mass)을 보여주는 그래프

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 본 발명의 디젤 엔진용 바이오연료 조성물을 첨부된 도면 및 실시예를 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0018] 본 발명의 바이오연료 조성물은 바이오원유(bio crude oil)를 디젤 엔진에 적용하기 위한 것으로서, 바이오원유 15~25wt%, 탄소수 1~5의 저급알코올(lower alcohol) 50~60wt%, 및 세탄가 향상제(cetane number improver) 18~26wt%를 포함한다.

[0019] 바이오원유는 낮은 세탄가와 에너지 함유량, 높은 점도와 낮은 pH, 침전 문제 등으로 인하여 단독으로 디젤엔진에 적용되지 못하고, 화석계 연료인 디젤유와 혼합한 혼합유 형태로 적용되는 것이 일반적이었다.

[0020] 본 발명의 바이오연료 조성물은 바이오원유에 알코올계 연료와 세탄가 향상제를 혼합하여 화석계 연료를 대체하면서도 열분해유의 발열량, 점도, 산도 등의 문제점들을 해결하는 것을 요지로 한다.

[0021] 상기 바이오연료 조성물에 사용되는 바이오원유는 전분계, 목질계, 조류 등 다양한 바이오매스로부터 제조할 수 있으나, 바람직하게는 목질계 열분해유(wood pyrolysis oil)가 사용될 수 있다.

[0022] 바이오원유가 디젤엔진에 적용되는 경우, 산소함유량이 높아 연소를 일으키기 위해 더 많은 열에너지를 흡수하게 되며 이로 인하여 디젤엔진에서의 thermal NOx의 발생량이 낮아지게 된다. 또한, C-C 결합 사이에 O 원자가 포함되어 있어 검댕 등과 같은 미세입자의 배출량도 낮아지는 효과를 얻을 수 있다.

[0023] 상기 바이오원유의 함량은 전체 조성물을 기준으로 15~25wt%인 것이 바람직하며, 함량이 적은 경우 화석계 원료 대체 효과 및 NOx, 입자상 물질 등의 유해물질 방출량 저감 효과를 충분히 얻기 어렵고, 함량이 큰 경우 산도와 점도가 너무 높아져 짧은 시간 내에 연료분사계에 손상을 가져올 수 있다.

[0024] 또한, 상기 바이오연료 조성물에 사용되는 탄소수 1~5의 저급알코올은 다양한 저급알코올이 사용될 수 있으나, 점도 조절, 침전 방지 효과 및 연료의 세탄가 등을 고려하여 n-부탄올이 사용되는 것이 바람직하다. 상기 알코올 성분은 바이오원유와 거의 완벽하게 혼합이 가능하여 종래의 디젤 혼합유와 같이 시간에 따른 상분리 등에 의한 문제를 거의 일으키지 않으며, 바이오원유와 같이 산소 성분을 포함하고 있어 혼합소각시 연소 안정성이 증가되는 효과를 얻을 수 있다.

[0025] 상기 저급알코올의 함량은 전체 조성물을 기준으로 50~60wt%인 것이 바람직하며, 함량이 적은 경우 점도 저하 효과 및 침전 방지 효과를 얻기 어렵고, 함량이 큰 경우 나머지 성분들의 함량이 낮아져 발열량 및 세탄가가 충분히 확보되기 어렵다.

[0026] 상기 세탄가 향상제는 바이오연료와 저급알코올만을 혼합하여 사용하는 경우 낮은 세탄가로 인하여 자발화가 되기 어려운 점을 보완하기 위한 것으로, 다양한 세탄가 향상제가 사용될 수 있으나, 세탄가 최적화를 위하여 PEG(polyethylene glycol) 400과 2-EHN(Ethylhexyl nitrate)이 3.5~4.5:1의 중량비, 더욱 바람직하게는 4:1의 중량비로 혼합되어 사용되는 것이 바람직하다.

[0027] 상기 세탄가 향상제의 함량은 전체 조성물을 기준으로 18~26wt%인 것이 바람직하며, 함량이 적은 경우 세탄가

향상 효과를 얻기 어렵고, 함량이 큰 경우 세탄가 향상 정도가 미비할 뿐만 아니라 다른 성분들의 함량이 적어 저 화석계 원료 대체 효과, 유해물질 방출량 저감 효과 등을 얻기 어렵다.

[0028] 한편, 상기에서 살펴본 구성성분들의 혼합효과를 최적화하기 위한 본 발명의 바이오연료 조성물의 바람직한 실시예는 바이오원유 15~20wt%, 탄소수 1~5의 저급알코올(lower alcohol) 55~60wt%, PEG(polyethylene glycol) 400 15~20wt%, 및 2-EHN(Ethylhexyl nitrate) 3~6wt%를 포함할 수 있다.

[0029] 이하 본 발명의 일 실시예에 따라 제조한 디젤 엔진용 바이오연료 조성물의 배출가스 특성 및 연료성능 등을 살펴본다. 그러나, 이들 실시예는 하나 이상의 구체예를 예시적으로 설명하기 위한 것으로 발명의 범위가 이들 실시예에 한정되는 것은 아니다.

실시예 1

[0030] 디젤엔진용 바이오연료 조성물의 제조

[0031] 목질계 열분해유 20wt%, 노멀 부탄올(n-Butanol) 55%, PEG(Polyethylene glycol) 400 20wt%, 2-EHN(Ethylhexyl nitrate) 5wt%를 혼합하여 디젤엔진용 바이오연료 조성물을 제조하였다. 목질계 열분해유는 톱밥을 500°C에서 급속 열분해(fast pyrolysis)한 것을 사용하였으며, 생산된 열분해유는 도 1에서 볼 수 있듯이, 특유의 짙은 검갈색을 띄며 탄 냄새가 났다.

[0032] 상기 실시예에 사용된 노멀 부탄올과 목질계 열분해유의 연료 특성을 디젤과 비교하여 하기 표에 나타내었다.

표 1

| Fuel | Viscosity [cSt at 40°C] | LHV {kJ/g} | Water [%] | C [wt%] | H [wt%] | O [wt%] | Density [kg/m ³] | Cetane number |
|-----------|-------------------------|------------|-----------|---------|---------|---------|------------------------------|---------------|
| Diesel | 2.7 | 45.8 | - | 85.0 | 12.6 | - | 821.0 | 52.6 |
| N-Butanol | 3.1 | 33.2 | - | 13.6 | 64.8 | 21.6 | 810.0 | 17 |
| WPO | 9.5 | 15.9 | 33.62 | 41.0 | 10.1 | 48.8 | 1193.5 | 5~25 |

[0034] <디젤, n-부탄올, 목질계 열분해유의 연료 특성>

[0035] 상기 표에서 볼 수 있듯이, 열분해유의 경우 수분이 다량 함유되어 있으며 일반 디젤유에 비하여 발열량이 1/3 수준이고 연료조성에서 산소성분의 비율이 50%에 이를 정도로 매우 높은 것을 알 수 있다.

[0036] 한편, 비교예로서, 디젤 100wt%로 이루어진 연료유(비교예1)와 노멀 부탄올(n-Butanol) 75wt%, PEG(Polyethylene glycol) 400 20wt%, 2-EHN(Ethylhexyl nitrate) 5wt%를 혼합한 연료유(비교예2)를 제조하였다.

실시예 2

[0037] 엔진부하에 따른 배출가스(CO, THC, NOx, CO₂) 특성

[0038] 상기 실시예 1에서 제조한 디젤엔진용 바이오연료 조성물과 비교예 1,2에 대하여 엔진 부하에 따른 배출가스(CO, THC, NOx, CO₂) 특성을 측정하여 도 2~5에 나타내었다.

[0039] 실험에 사용된 엔진은 배기량 1,858 cc, 압축비 17.1인 직접분사식(DI; Direct Injection) 단기통 디젤엔진을 사용하였으며, 분사 시스템은 고압분사가 가능한 커먼레일(Common-rail) 분사시스템을 사용하였다. 또한, 배출가스 측정을 위하여 THC, CO/CO₂, NO/NO₂의 동시측정이 가능한 배출가스 분석기 (AVL, AMA i-60)를 사용하였다.

[0040] 도면에서 볼 수 있듯이, 실시예와 비교예 1,2가 CO와 CO₂ 배출량에 있어서는 거의 유사한 경향을 보이며, NOx 배출량의 경우 실시예가 비교예 1,2에 비해서 훨씬 적은 NOx 배출량을 보이는 것을 알 수 있다. 또한, THC의 경

우, 저 부하 조건에서는 실시예와 비교예 1,2가 거의 유사한 값을 보이거나, 고 부하 조건으로 갈수록 실시예의 THC가 비교예 1보다 높고 비교예 2보다 낮은 것을 확인할 수 있다.

실시예 3

[0041] 연소성능(연소실 압력과 열방출율, 도시평균 유효압력 변동계수) 특성

[0042] 상기 실시예 1에서 제조한 디젤엔진용 바이오연료 조성물과 비교예 1,2에 대하여 엔진 부하에 따른 연소성능(연소실 압력과 열방출율, 도시평균 유효압력 변동계수) 특성을 측정하여 도 6과 도 7에 나타내었다.

[0043] 실험에 사용된 엔진은 배기량 1,858 cc, 압축비 17.1인 직접분사식(DI; Direct Injection) 단기통 디젤엔진을 사용하였으며, 분사 시스템은 고압분사가 가능한 커먼레일(Common-rail) 분사시스템을 사용하였다. 또한, 연소 특성 분석을 위하여 실린더의 글로우플러그 위치에 압력센서(Kistler, 6052C)와 이의 설치를 위한 어댑터(Kistler 6542Q27)를 장착하였다. 연소실 압력은 엔코더 신호와 동기시켜 크랭크각 1도 단위로 측정하였으며, 이를 바탕으로 열방출율 곡선을 계산하였다.

[0044] 도 6에서 실시예와 비교예 1,2의 연소실 압력과 열방출율이 거의 유사한 것을 확인할 수 있다. 도 7에서는 실시예와 비교예 1,2 모두 부하의 증가에 따라 변동계수가 감소하여 연소가 안정화되는 경향을 보여주고 있으며, 저 부하조건에서는 실시예가 비교예 1,2에 비해서 연소안정성이 더 좋은 것을 확인할 수 있다.

실시예 4

[0045] 엔진부하에 따른 입자상 물질 포집량(PM mass)

[0046] 상기 실시예 1에서 제조한 디젤엔진용 바이오연료 조성물과 비교예 1,2에 대하여 엔진부하에 따른 입자상 물질 포집량(PM mass)을 측정하여 도 8에 나타내었다.

[0047] 실험에 사용된 엔진은 배기량 1,858 cc, 압축비 17.1인 직접분사식(DI; Direct Injection) 단기통 디젤엔진을 사용하였으며, 분사 시스템은 고압분사가 가능한 커먼레일(Common-rail) 분사시스템을 사용하였다. 또한, 입자상 물질을 측정하기 위해 광산란 방식의 입자상물질 중량 측정장치인 Aerosol monitor(TSI, Dusttrak 8550)를 사용하였다.

[0048] 도 8에서 부하가 증가할수록 실시예가 비교예 1,2에 비하여 낮은 입자상 물질 배출량을 보여주고 있으며, 특히 디젤 연료유인 비교예 1과 입자상 물질 배출량에 있어 매우 큰 차이를 보이는 것을 확인할 수 있다.

[0049] 상기에서 살펴본 바와 같이, 본 발명의 디젤 엔진용 바이오연료 조성물은 화석계 연료를 대체하고 NOx, 입자상 물질 등의 유해물질 방출량이 적어 친환경적이면서도 열분해유를 디젤엔진에 사용하는 경우 발생하는 발열량, 점도, 산도, 침전 등의 문제점들을 해결하여 안정적인 재생연료로 사용될 수 있다.

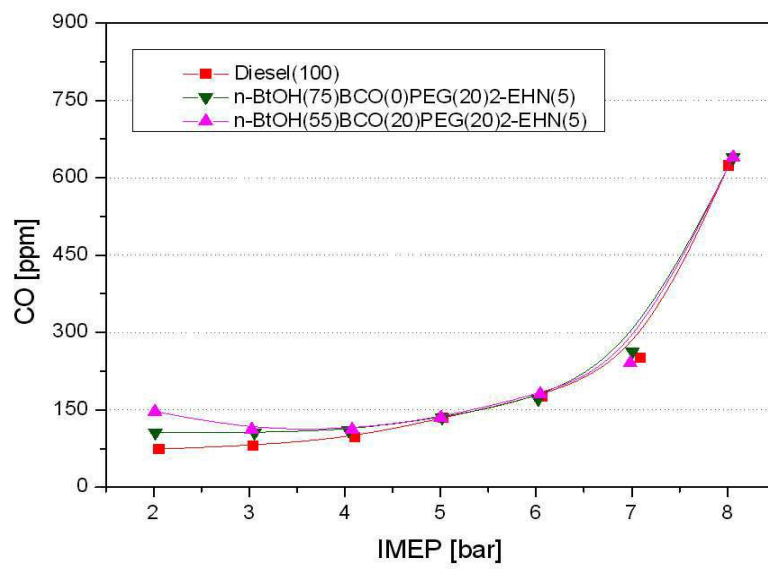
[0050] 본 발명은 상술한 특성의 실시예 및 설명에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능하며, 그와 같은 변형은 본 발명의 보호 범위 내에 있게 된다.

도면

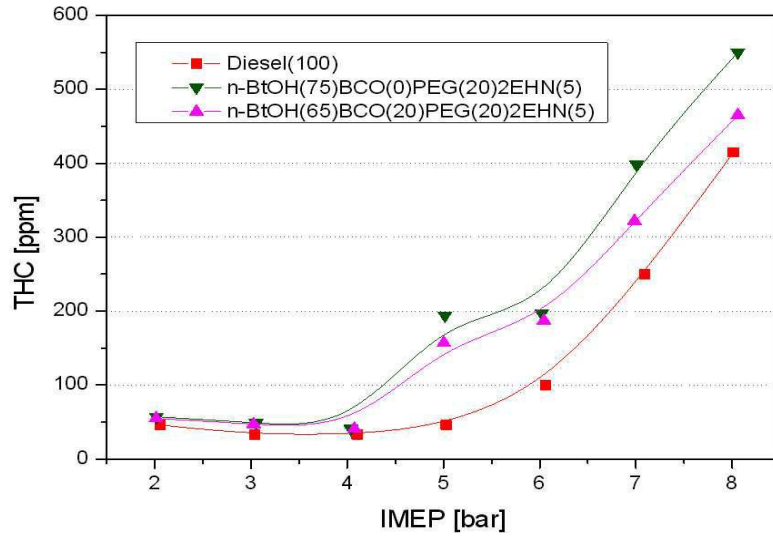
도면1



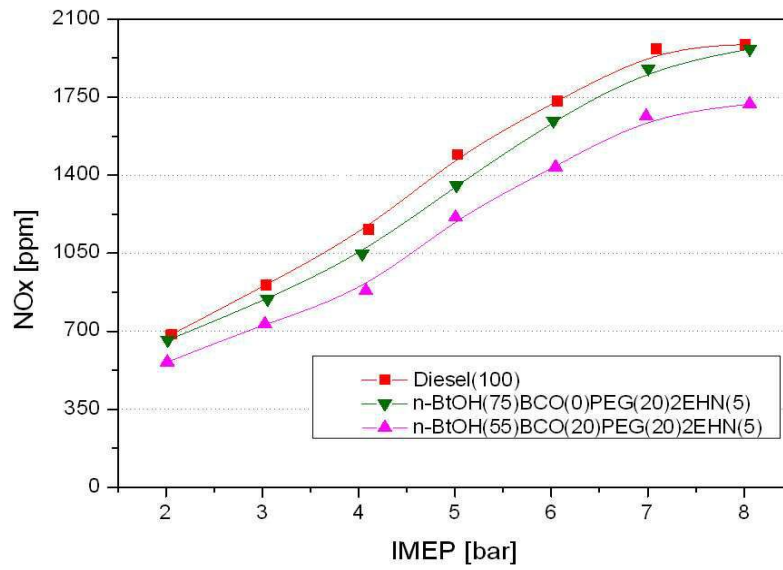
도면2



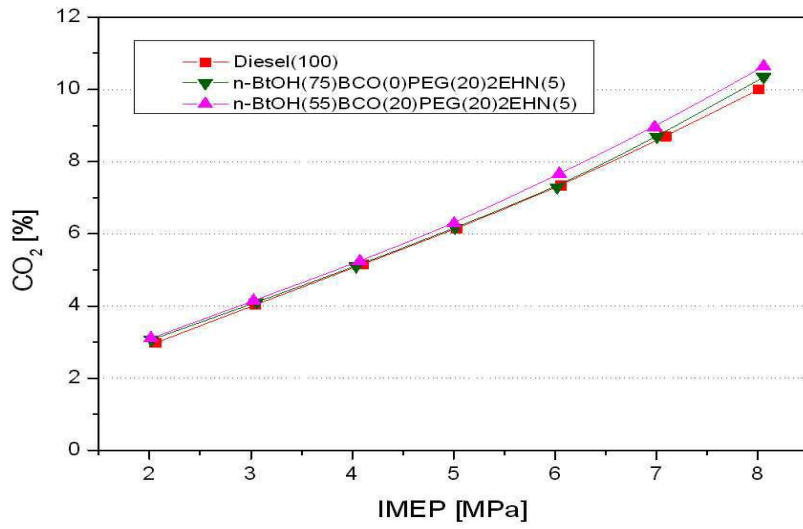
도면3



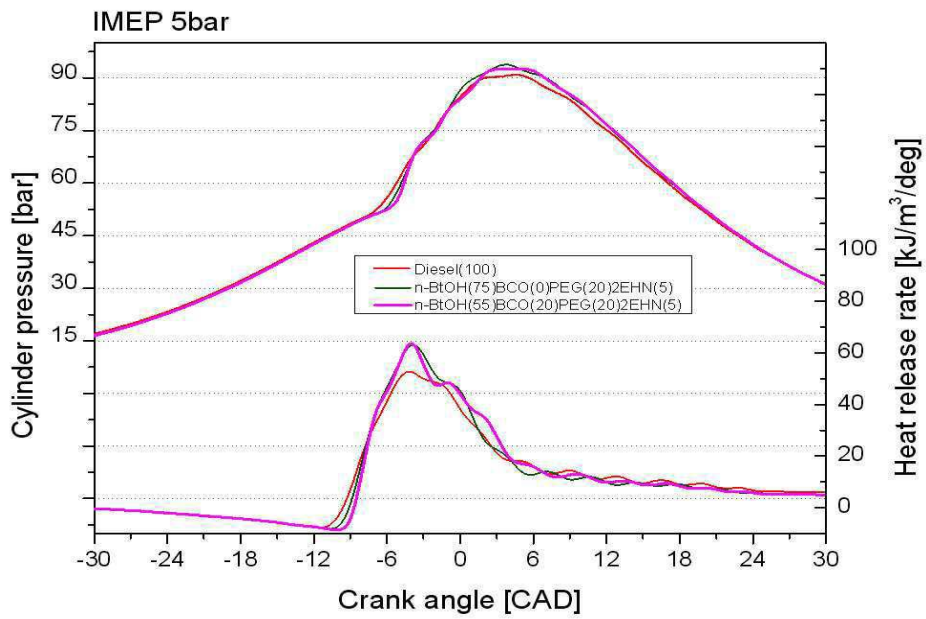
도면4



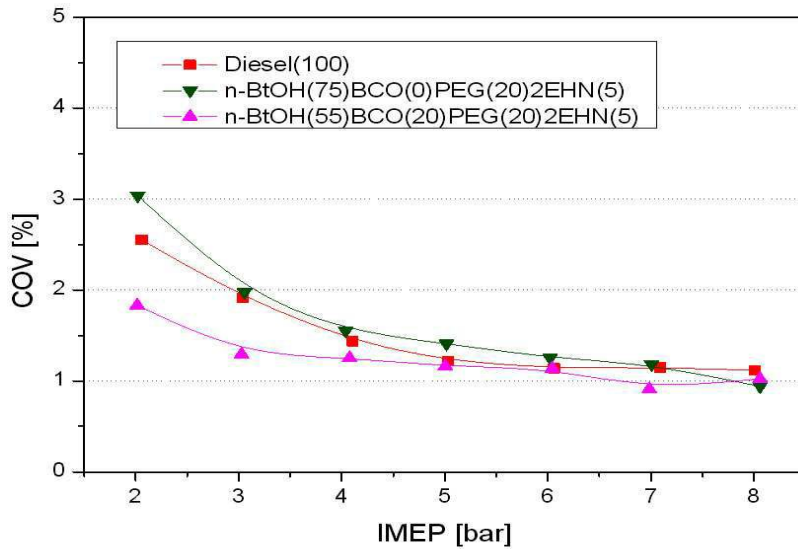
도면5



도면6



도면7



도면8

