한국화학공학회 2008년 봄 학술대회
석유화학.정유산업의 기후변화협약 대응방안 심포지엄

에너지 절약을 위한 환경친화형 미래 혁신공정 개발

2008. 4. 25.

한국과학기술연구원 박태진

화학공학의 이론과 응용 제14권 제1호 2008년

과제 기획 및 선정 경과

- 2007. 3. – 5. : “국가에너지자원기술개발 기본계획”에 따라

  “에너지기술혁신 프로그램 (ETI)” 추진을 위한 프로젝트 기획

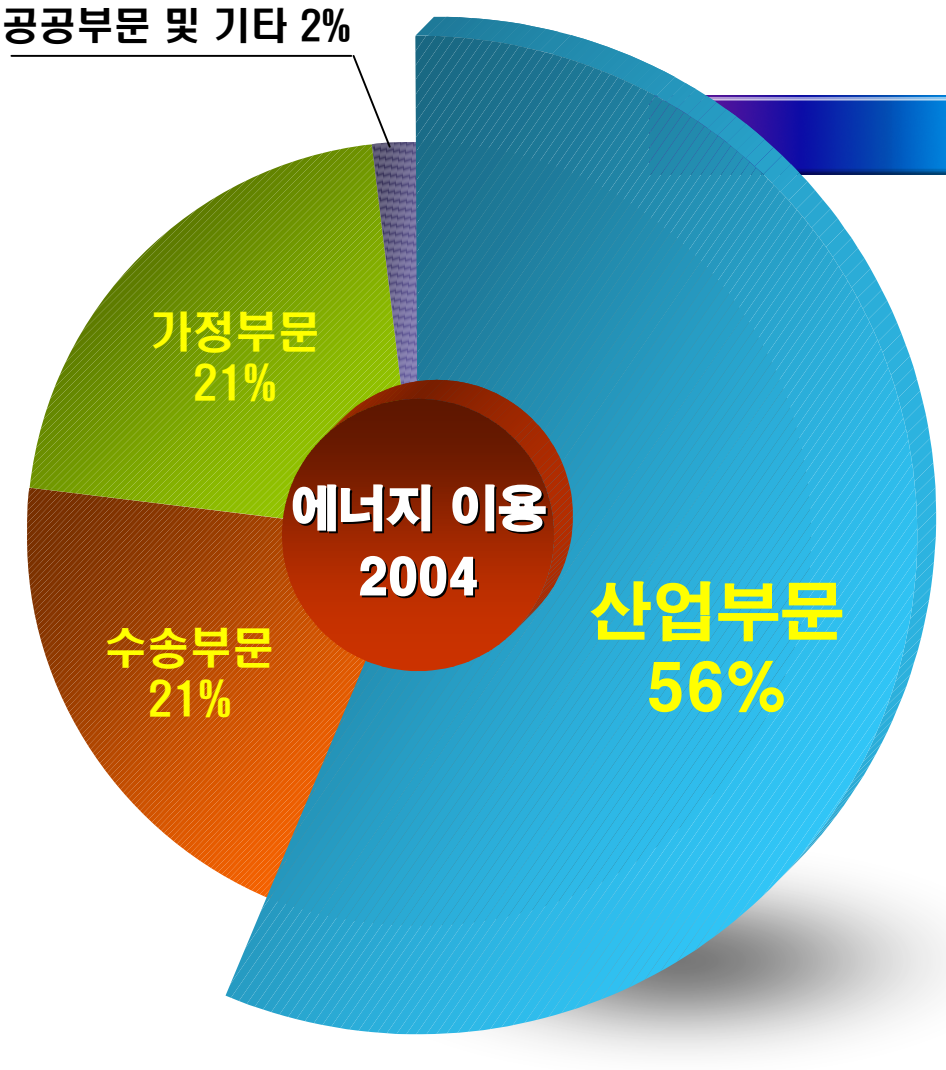
  (프로젝트 4. 에너지절약을 위한 환경친화형 미래혁신공정 개발)

- 2007. 6. : 2007년도 에너지 · 자원기술개발사업 지원안내 공고

  에너지 융 · 복합시스템기술개발사업 (프로젝트 형 사업)

- 2007. 10. 1. : 2007년도 에너지 · 자원기술개발사업 신규과제 수행 개시

에너지절약 혁신공정의 중요성



- 산업부문의 45%를 석유화학산업이 차지 (국가 전체 에너지 사용량의 25%)
- 석유화학부문은 연관산업의 기반이 되는 기초 원자재를 공급하는 공공재적 자본재 산업 성격이 크므로 국가에너지 사용량 절감에 큰 영향을 미침
- 2006년 IEA가 발간한 [2050년 에너지전망]에서도 '산업부문의 에너지 효율 향상'이 에너지 절감에 대한 잠재력이 클 것으로 전망

석유화학산업 발전비전과 정책방향

비전

질적 고도화를 통한 선진 석유화학국가 건설

- 첨단 화학소재의 원천기술 확보를 통한 기술 선점
- 연관산업의 동반성장을 통한 국가 경쟁력 확보

글로벌 경쟁력 확보로 세계시장 리드

- 업계 자율적인 M&A 여건 조성 (대형화, 전문화)
- 단지의 생산효율 제고
- 해외 투자진출 확대 및 수출지역 다변화

미래 수요형 첨단소재 개발

- 핵심 원천소재 개발
  - 인프라 보강
  - 미래시장 선점 기술
  - 수입대체 기술
- 고부가가치화 기술개발
- 핵심기반기술 개발

친환경 기반의 화학산업 구현

- 환경규제 대응체제 구축
  - 기후변화협약
  - 유럽의 REACH
- 친환경 제품 개발 확대
- 이미지 제고

출처 : 한미 FTA체결에 따른 석유화학산업 발전비전과 정책방향 (산업자원부)

기획 목표 및 개요

Vision

화학산업부문 에너지 10% 절감 (4,200천 toe 절감)

원료물질로부터 발생되는 폐기물/부산물 80% 감소 및 폐가스/폐수 배출량 20% 감소

Mission

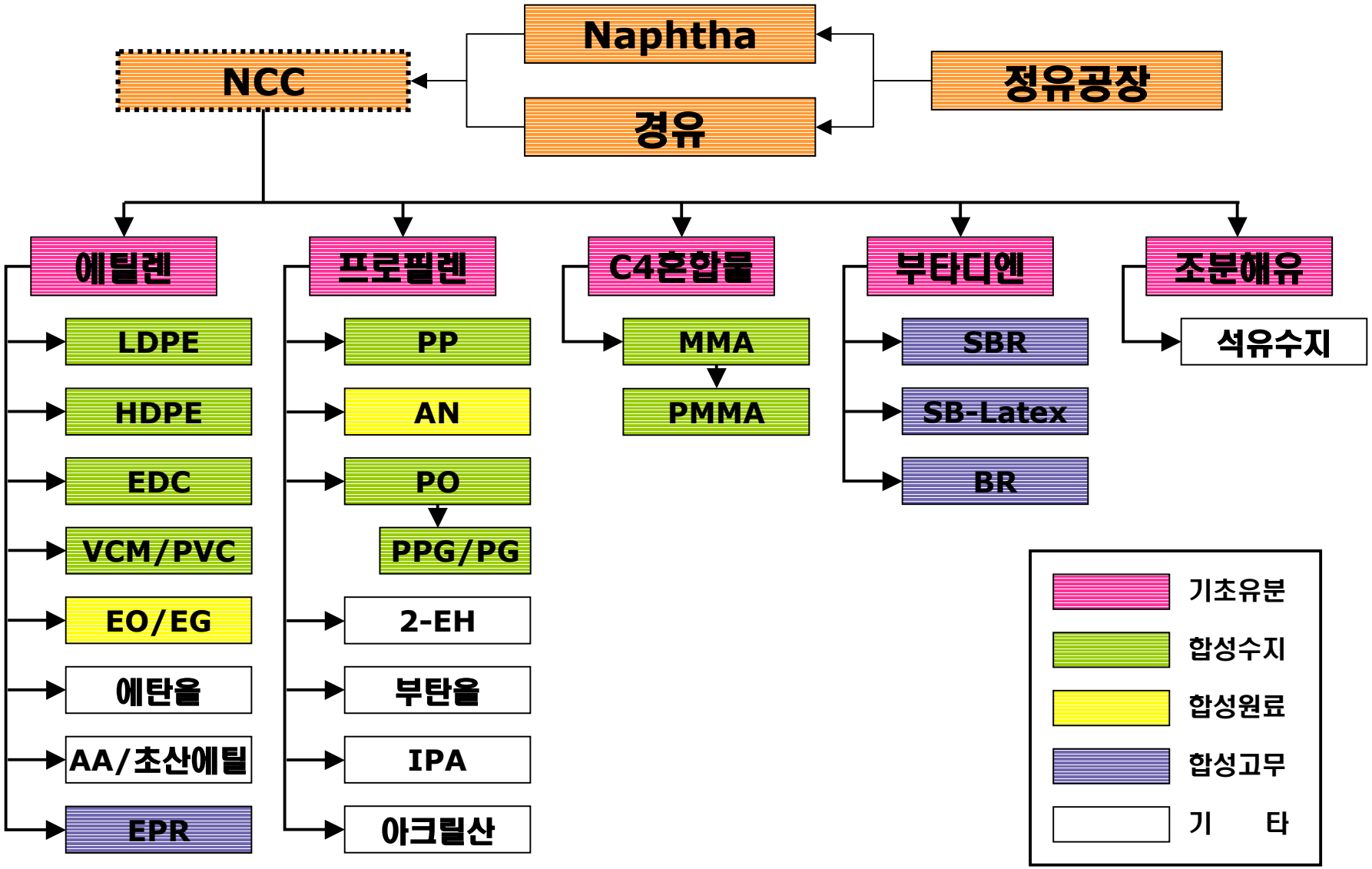
정유 및 석유화학 분야에 필요한 반응, 분리, 공정의 핵심기술 개발/융합을 통하여

에너지절약효과 극대화가 가능한 신기술 및 적용 공정의 도출

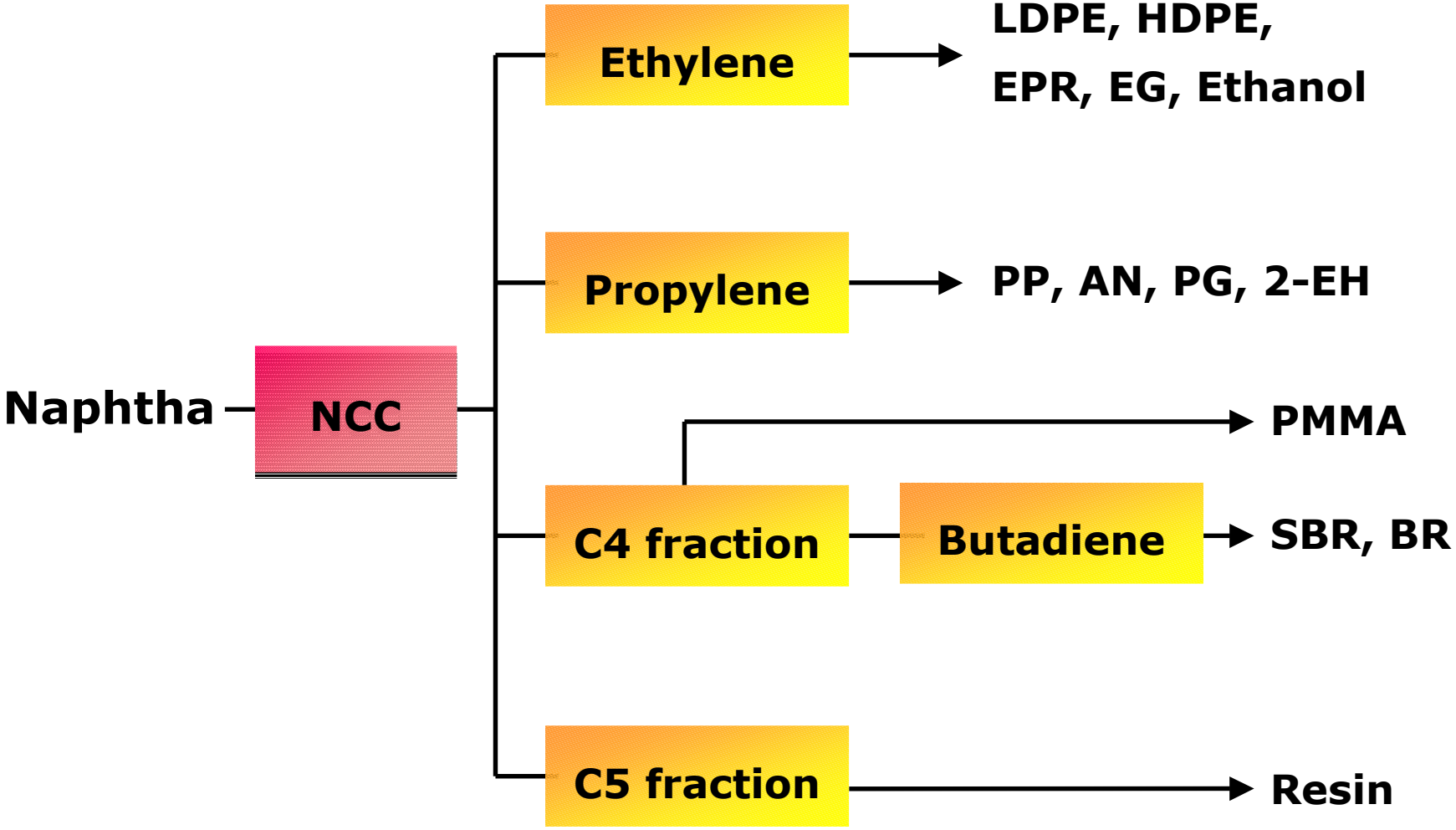
Market Demand

- 범용제품 생산 및 저에너지효율의 국내 화학산업으로는 미래 경쟁력 유지 불가능
- 납사 의존 탈피 및 석유화학 원료 다변화를 위해 개발된 기존 공정은 고에너지 요구
- 현재 기술로는 경제성이 미흡한 미활용 유분의 이용 극대화를 위한 신기술 개발 절실

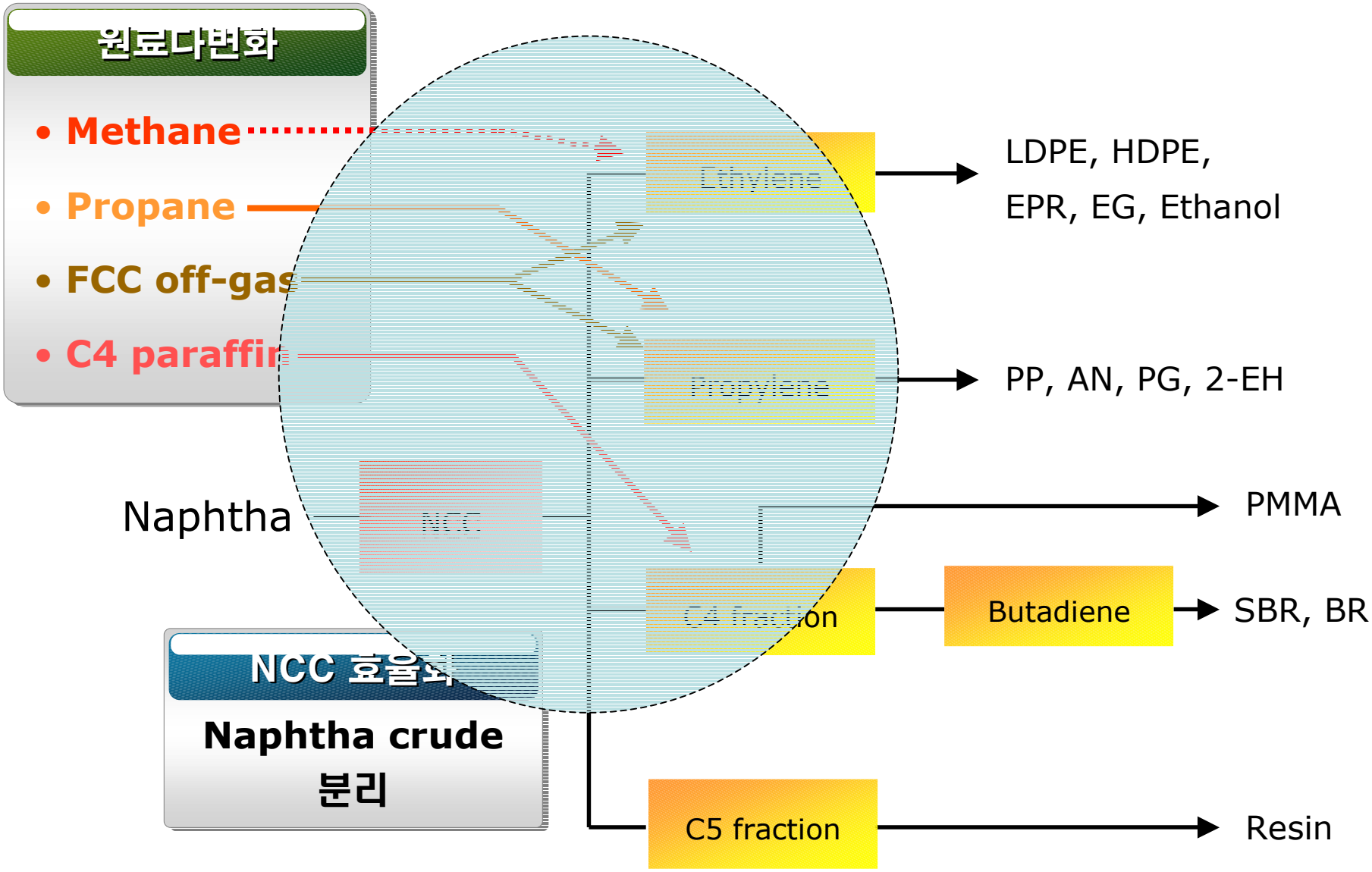
총괄 석유화학제품 계열도 (2007. 1 기준)



나프타 계열 석유화학제품 계통도

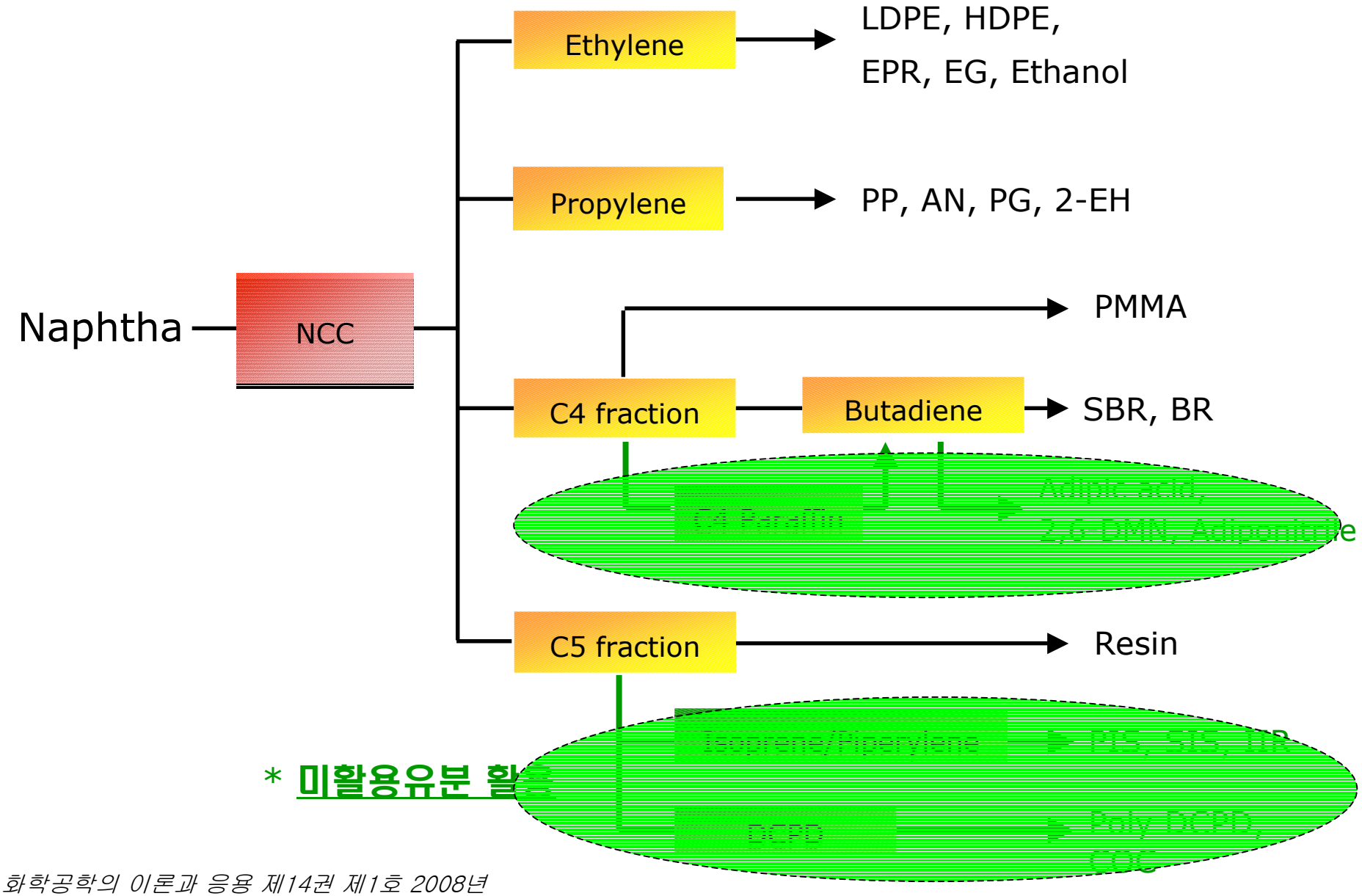


석유화학 계통도 – 원료다변화 NCC 효율화

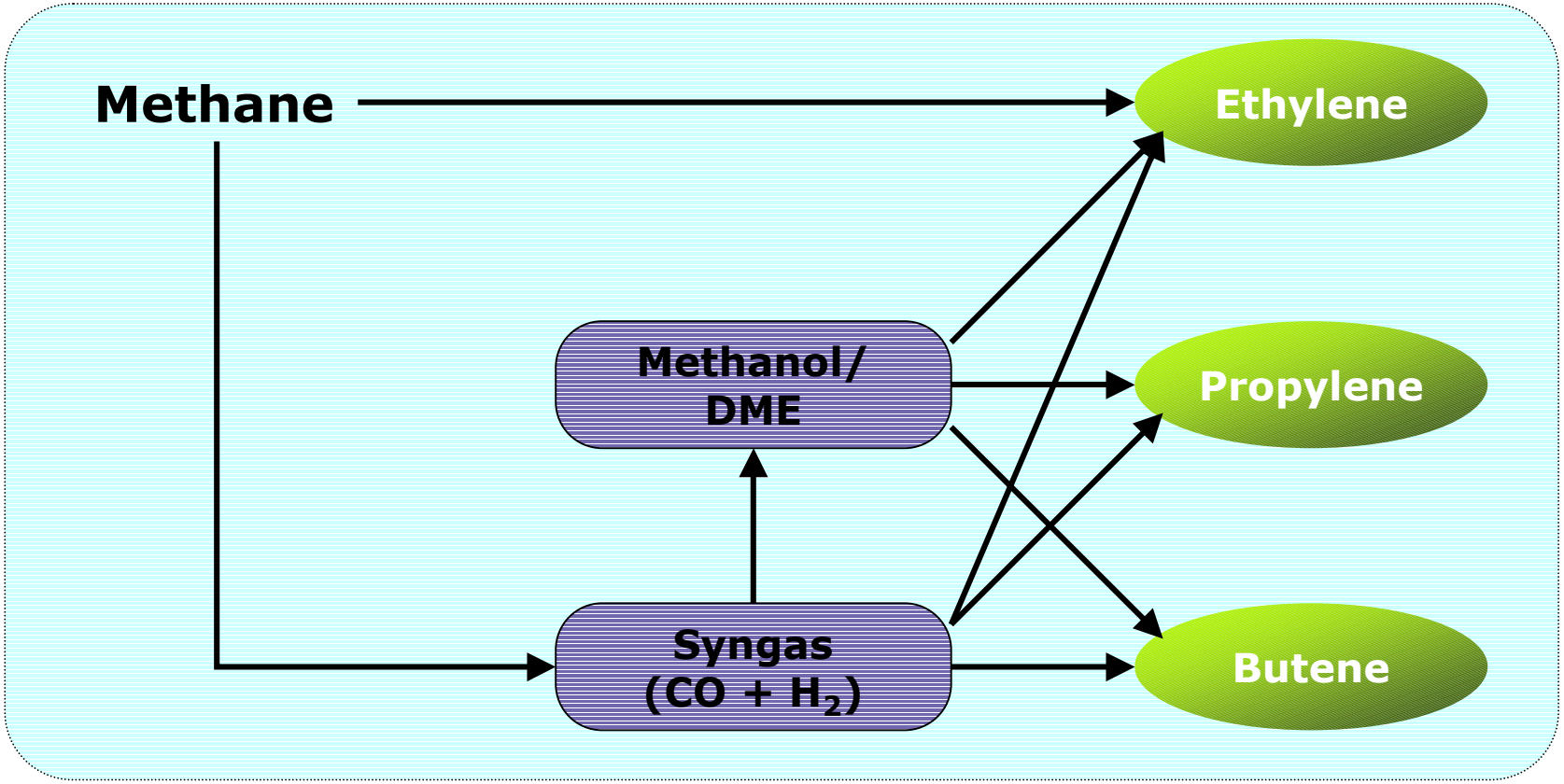


화학공학의 이론과 응용 제14권 제1호 2008년

석유화학 계통도 – 미활용유분 활용



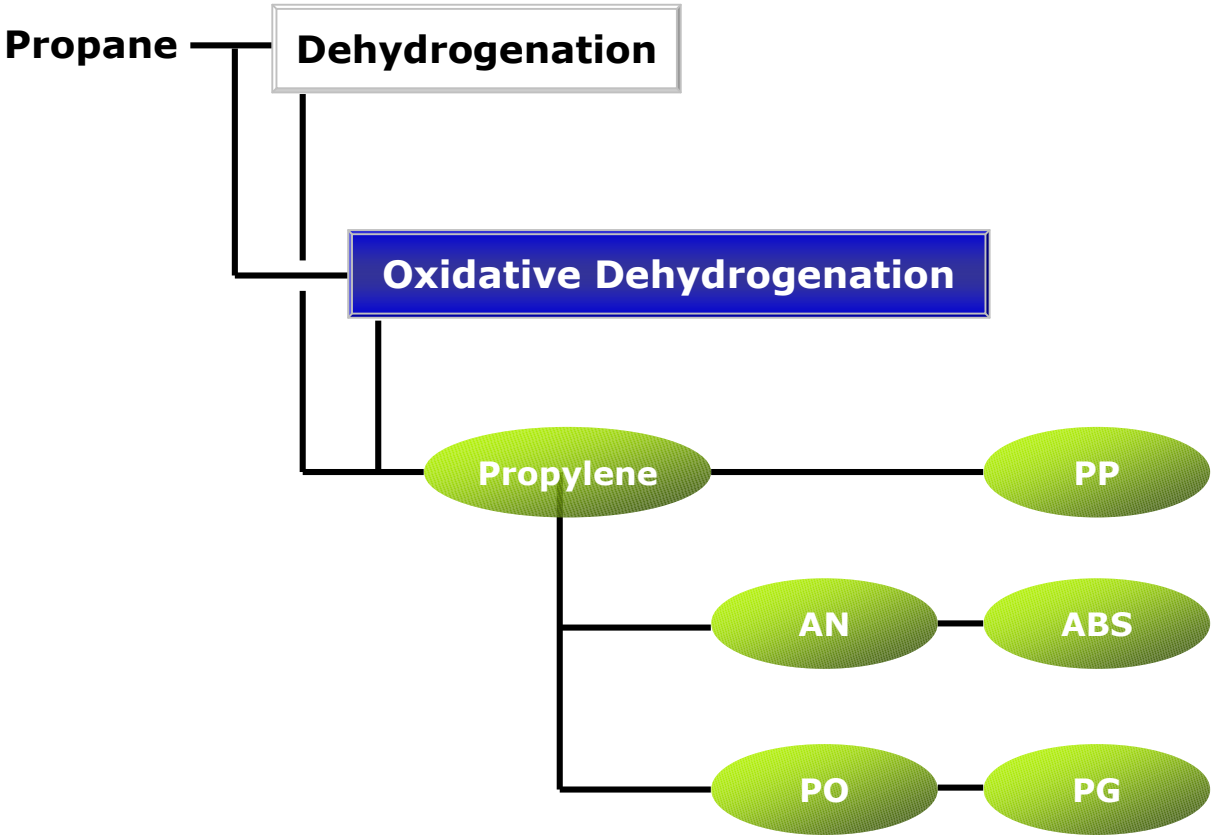
원료다변화 – 메탄 활용



* "납사 대체원료 올레핀 제조기술 개발사업"
차세대 신기술개발사업으로 2006년부터 4개 세부과제 진행 중

원료다변화 – 프로판 활용

주 요 기 술



세 부 목 표

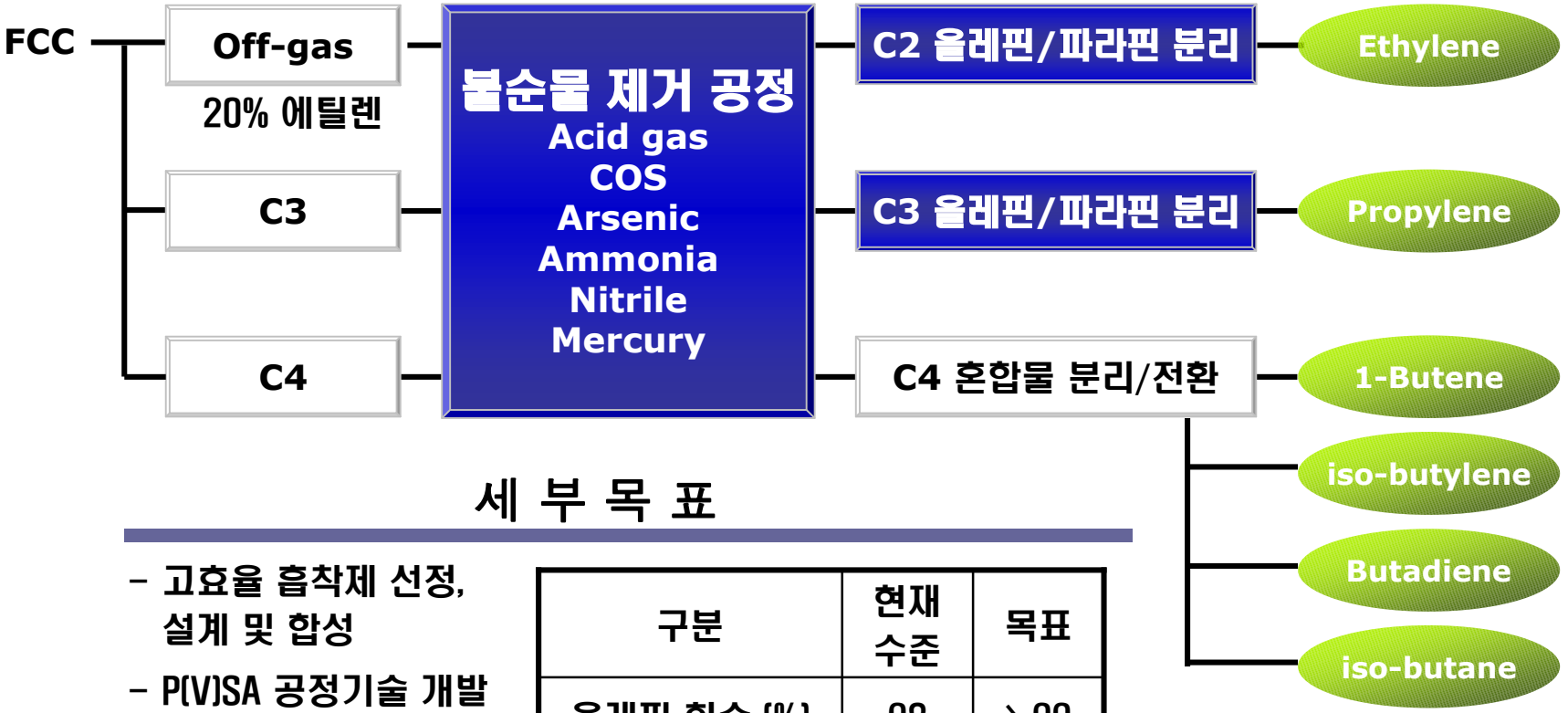
- 저온 작동 프로판 산화/탈수소화 촉매 개발
- 코크 생성 방지 및 촉매 재생기술 개발
- 이산화탄소 산화제 활용 공정기술 개발

구분	현재 수준	목표
온도 (°C)	600	500
전환율 (%)	35	50
선택도 (%)	90	95

확보된 기술 개발 필요 기술 제품

원료다변화 – FCC off-gas 활용

주 요 기 술



세 부 목 표

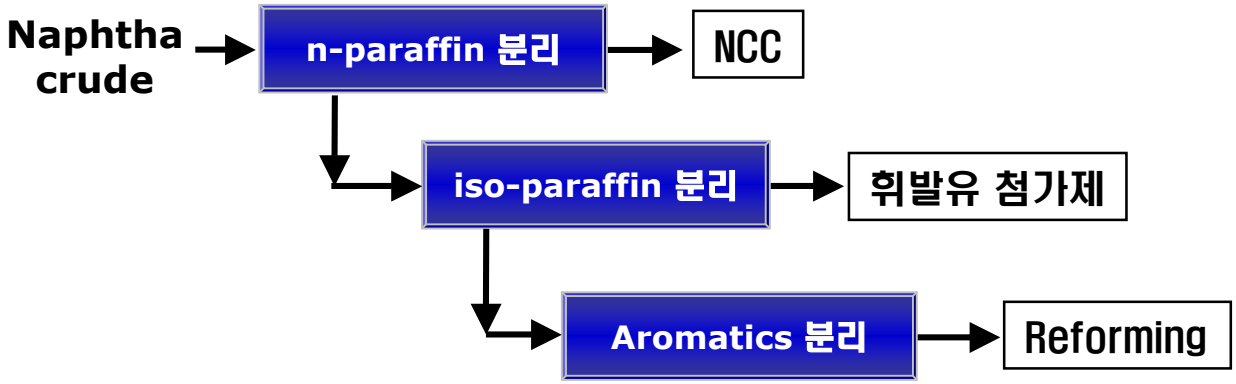
- 고효율 흡착제 선정, 설계 및 합성
- P(V)SA 공정기술 개발
- 흡착/증류 하이브리드 공정기술 개발

구분	현재 수준	목표
올레핀 회수 (%)	98	> 99
상대 에너지 비용	1.0	0.5

확보된 기술 개발 필요 기술 제품

NCC 효율화 – Naphtha Crude 분리

주 요 기 술



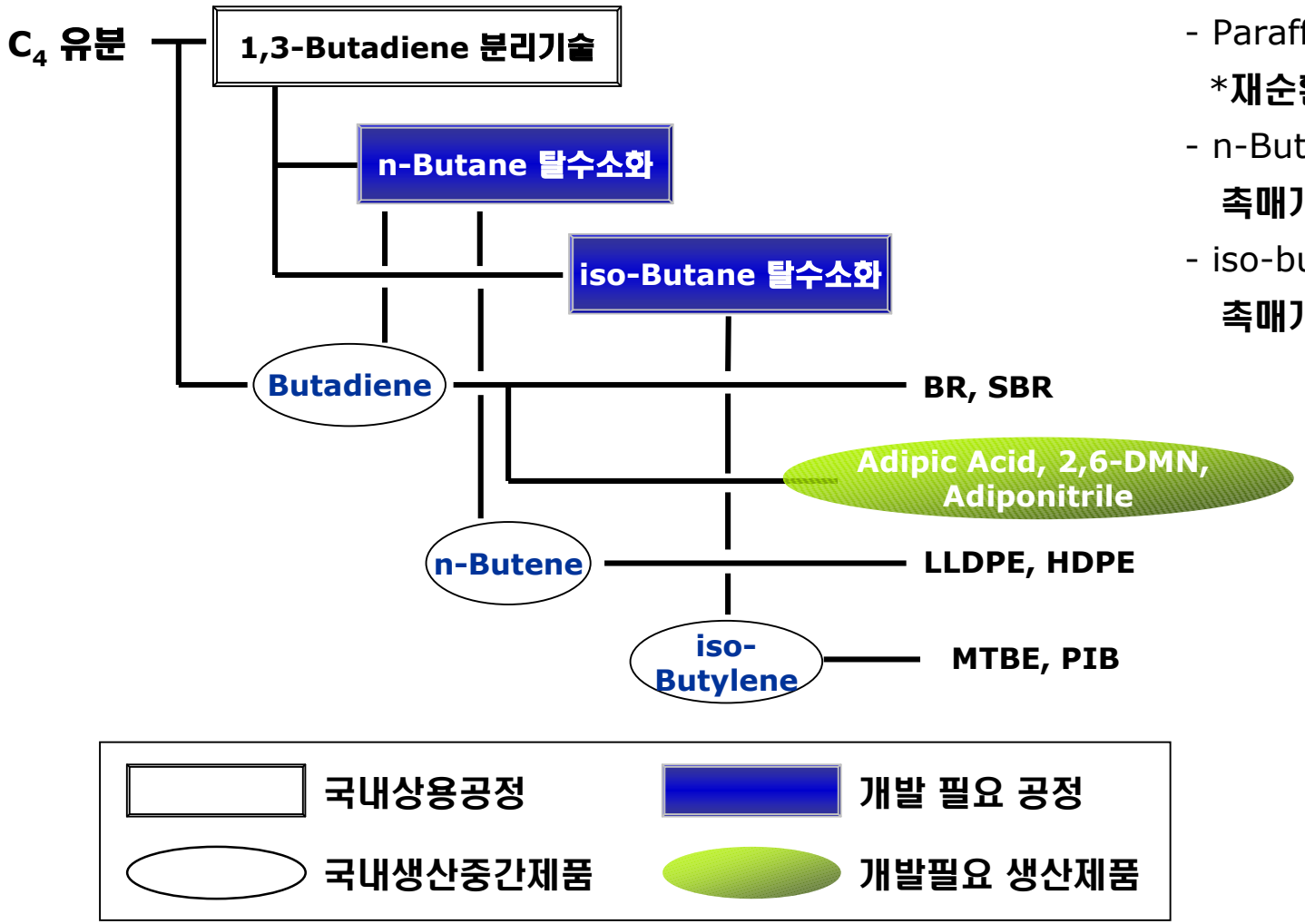
세 부 목 표

- n-Paraffin/non-normal Paraffin **분리** SMB **기술**
- iso-Paraffin/cyclo-Paraffin **분리** SMB hybrid**기술**
- Aromatics/cyclo-Paraffin **분리** SMB **기술**

국내상용공정 개발 필요 공정

미활용유분 활용 - C4 유분

주 요 기 술

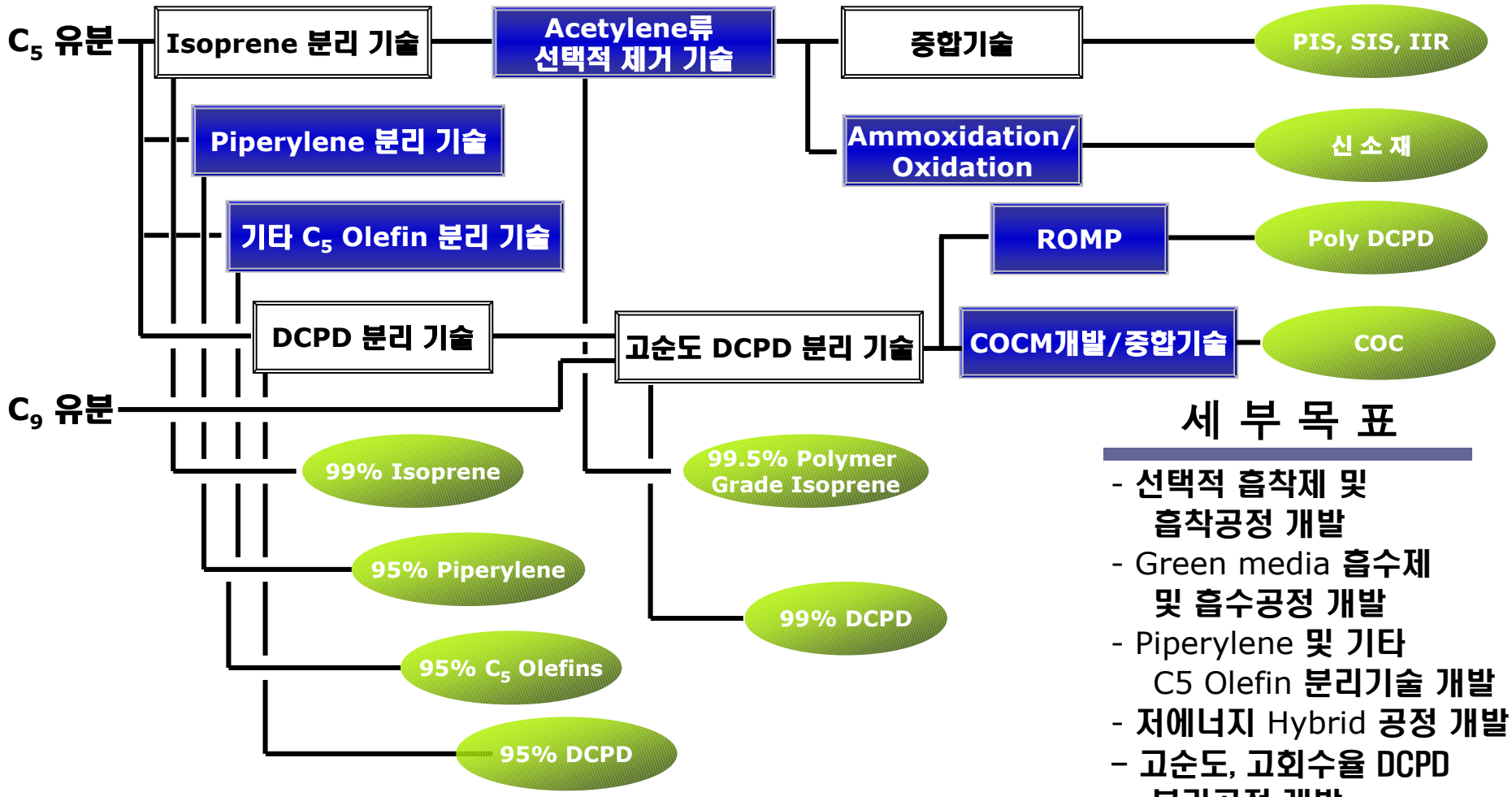


세 부 목 표

- Paraffin/Olefin 분리기술
  *재순환 반응공정 개발
- n-Butane 산화/탈수소화
  촉매개발 및 공정개발
- iso-butane 산화/탈수소
  촉매개발 및 공정개발

미활용유분 활용 - C5 유분

주 요 기 술



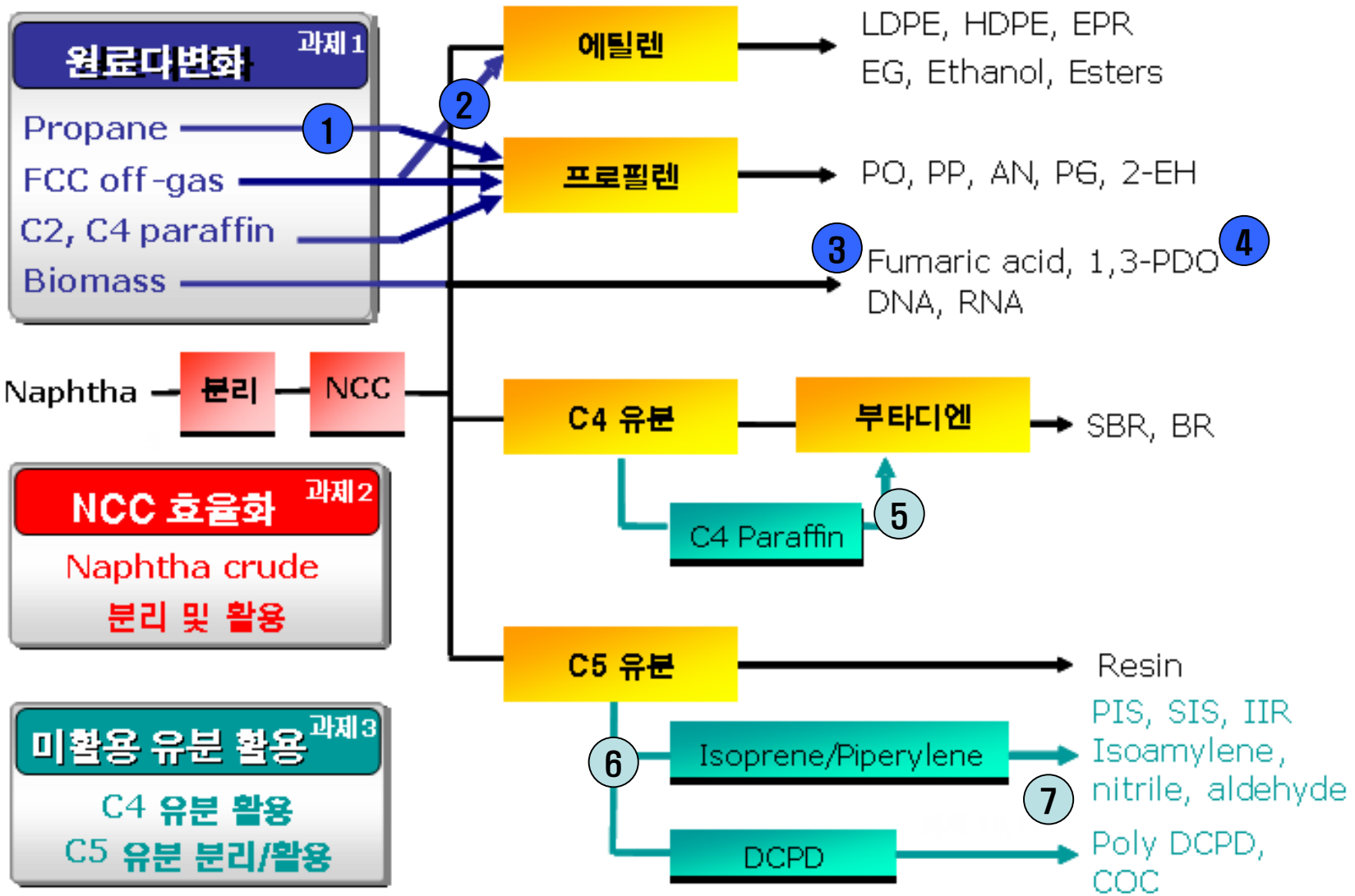
세 부 목 표

- 선택적 흡착제 및 흡착공정 개발
- Green media 흡수제 및 흡수공정 개발
- Piperylene 및 기타 C5 Olefin 분리기술 개발
- 저에너지 Hybrid 공정 개발
- 고순도, 고회수율 DCPD 분리공정 개발

과제 도출

분 류	과제명	주요 기술	기대 효과
연료 다변화	Propane → Propylene	ODH	에너지 10% 절감 (28,000 TOE/년; 연 42만톤 규모)
	Off-gas → Olefin	P(V)SA	에너지 절감 30,000 TOE/년 에틸렌 회수 144,000 MT/년 (1,300억원)
NCC 효율화	Naphtha Crude 분리	SMB	에너지 절감 224,000 TOE/년 (국내 100% 적용시)
미활용 유분 활용	C4 Paraffin 유분	ODH	기존 C4 올레핀 공정 대비 에너지 40% 절감 (16,000 TOE/년, 10,000 MT/년 규모)
	C5 유분	Hybrid (증류+ 흡착/흡수)	C5 분리공정 에너지 25% 절감 유분 유도체 1조원 이상 부가가치화

총괄 과제 개요도


원료다변화
과제 1
Propane
FCC off-gas
C2, C4 paraffin
Biomass
1
2
Naphtha
분리
NCC
NCC 효율화
과제 2
Naphtha crude
분리 및 활용
미활용 유분 활용
과제 3
C4 유분 활용
C5 유분 분리/활용
에틸렌
프로필렌
C4 유분
부타디엔
C4 Paraffin
5
C5 유분
6
Isoprene/Piperylene
7
DCPD
LDPE, HDPE, EPR
EG, Ethanol, Esters
PO, PP, AN, PG, 2-EH
3
Fumaric acid, 1,3-PDO
4
DNA, RNA
SBR, BR
Resin
PIS, SIS, IIR
Isoamylene,
nitrile, aldehyde
Poly DCPD,
COC

세부 과제 (프로판 탈수소) 개요

기존 탈수소 공정의 문제점

- 고온 반응조건에 의한 높은 에너지 소모량
  흡열 반응 ($C_3H_8 \rightarrow C_3H_6 + H_2$; 31 kcal/mol)
- 열역학적 평형에 의한 반응 전환율의 제한
- 코킹(coking)으로 인한 촉매 활성 저하
  Oleflex: 5~7일, Catofin: 7~24분
- 촉매의 재생(regeneration) 기술 필요
  Oleflex: CCR, Catofin: Cyclic Regeneration
- 탄화수소 크래킹에 의한 선택도 저하
- 생산량 증가를 위한 높은 운전/투자 비용 필요
  에너지, 기타 Utility 등

연구 개발 방향

탈수소 공정

- PDH
  - 활성 밀도
  - 확산 저항
  - Pt/Attenuator
- ODH
  - 반응 효율화
    (흡열, 온도, 수율제한)

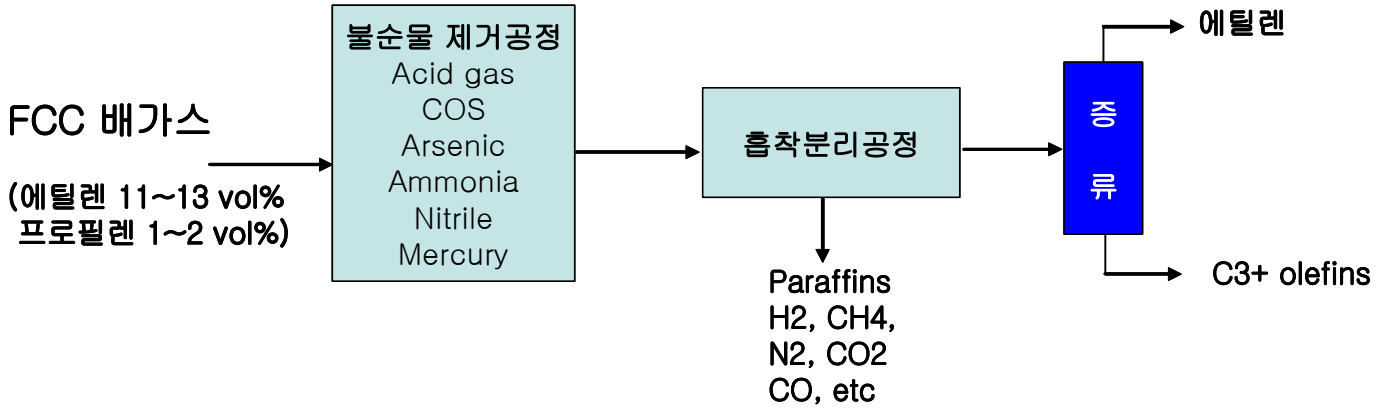
탈수소 촉매

- 귀금속 촉매
- 산화물 촉매

공정 최적화

세부 과제 (FCC 에틸렌 분리) 개요

- 불순물 제거공정 개발: H_2S, COS, NO_x, C_2H_2, CO, AsH_3 등
- 에틸렌 농축 공정 개발: 99.95 vol% C_2H_4, 회수율 90%
  - 올레핀 선택성 흡착제
  - 올레핀 흡착분리공정



세부 과제 (Butane 탈수소화) 개요

기존의 butane dehydrogenation 기술

- once-through conversion이 낮음
- recycle stream, 설비의 극대화, 에너지 과소비
- 낮은 BD selectivity(30%), 부반응 및 촉매 coking 현상

연구내용

- Butane으로부터 butenes/butadiene로의 탈수소화반응 촉매 개발
- 단일성분 촉매의 CH 활성화 및 탄소침적 특성조사
- 복합촉매에 의한 시너지 효과의 원인 규명
- 산 및 염기의 탈수소화 반응의 영향 검토
- 공정 모사 및 설계

세부 과제 (C_5 유분 분리공정 개발) 개요

최종목표

C_5 유분에 포함된 유효성분(isoprene, piperylene)의 고순도 분리를 위한 저에너지 환경친화 핵심공정 및 상용 생산공정 개발

- isoprene에 포함된 아세틸렌 류 제거를 위한 흡착, 흡수제 개발 및 공정개발
- C_5 유분에 포함된 piperylene류 분리기술 개발
- 상용 생산공장의 화공기본설계서 완성

세부 과제 (C_5 유분 고부가 신소재 개발) 개요

C_5 유효성분(DCPD, Isoprene, PPL) 고부가 신소재개발

DCPD으로부터 고부가 신소재 기술개발

ISP, PPL으로부터 SIS, 기능성 Tackifier 제조기술개발

COP·COC

- 단량체 제조기술 → 고분자 화합물 영역 확
- 신촉매 기술 → 국내 고분자 산업 세계화 기여
- LCD 및 기타 IT 산업의 주요 부품 국산화

TCD계 단량체 제조기술

- ROMP계 촉매 활용기술
- 신촉매 제조 기술

DCPD-RIM

- 기간산업 (자동차 산업 등) 국제 경쟁력 강화에 기여
- 각종 대형 부품 소재 공정의 적용 확대

대형 부품 성형기술

SIS, C5 Resin

- SIS : 점착제 주요 원재료 국산화 및 일괄생산체계 구
- C5 Resin : 품질한계 극복을 통한 점착제 시장 확대

분자량 조절제 개발

감사합니다
Korea Institute of Science and Technology
KIST
한국과학기술연구원
한국과학기술연구원
박 태 진