

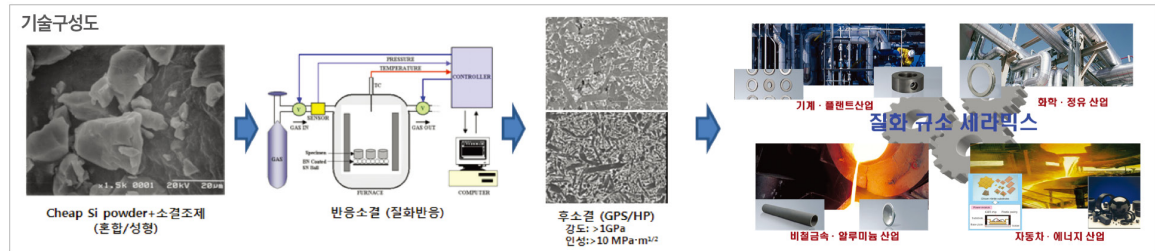
# 저비용 고품질 반응소결 질화규소 제조 기술

## Fabrication of Low Cost Sintered Reaction Bonded Silicon Nitride with High Strength

TRL5

### 기술내용

- 질화규소 : 고풍도/고인성/내마모 특성이 타 소재와 비교하여 탁월하고 고온/고부하 등의 극한 환경에서 안정적인 성능을 발휘하는 세라믹 소재
- 저가의 금속 실리콘 분말 및 다양한 소결조제들을 출발원료로 사용하여 반응소결 및 후소결 공정을 이용하여 가격경쟁력이 우수한 질화규소 세라믹을 제조하는 기술



### 기술의 특징

- 금속이온 및 산소함유 최소화와 소결조제에 의한 고풍도 고열전도 특성을 갖는 반응소결 질화규소 제조 기술
- 고가의 질화규소 분말을 사용하는 기존의 소재와 비교하여 동등 이상의 열적·기계적 특성 보유

### 기술개발상태 시제품

- 야연도금 용 bush bearing
- CVD용 절연 bushing
- LCD/OLED 공정 Sputter용 roller
- 국방용 레이더
- 질화규소 Compressor Seal 소재

### 주요개발내용

#### 미세조직 제어 기술

- 규소 분말 특성 제어에 의한 미세 구조 튜닝
- 소결 조제 종류 및 첨가량에 따른 미세조직 제어
- $\alpha/\beta$  상분포 제어 기술 미세조직에 따른 맞춤형 기계적 특성 구현

#### 공정 제어 기술

- 소결조제 시스템 설계
- 질화/ 후소결 조건 확립
- 대형기물 질화 반응 기술
- 복잡형상/ 대형기물 성형 기술

### 우수성

구분	현재기술	기술의 우수성
원료분말소재	고가의 질화규소 분말 사용 (~\$300/kg)	저가의 실리콘 분말 사용 (\$1~2/kg)
소결기술	고온 고압 소결 (소결후 수축 심함) : ~15%	반응소결 및 후소결 (소결 수축 거의 없음) : 1~2%
성형기술(bulk)	CIP/Slip Casting (수축률 고려) 소형기물에 적합	Near-net shaping 가능 복잡, 대형 기물에 적합
물성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 곡강도: ~1.0 GPa</li> <li>• 파괴인성: ~10 MPa·m<sup>1/2</sup></li> <li>• 열전도도: ~90 W/mK</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 곡강도: 1.2 GPa,</li> <li>• 파괴인성: &gt;10 MPa·m<sup>1/2</sup></li> <li>• 열전도도: ~150 W/mK</li> </ul>

### 이전 가능 기술

- 강화 sintered RBSN 소재 소결조제 시스템 설계
- 고밀도부품을 제조할 수 있는 가스압 소결기술
- 대형기물 실리콘 성형체 제조 및 질화 기술
- 고풍도/고열전도/고인성 질화규소 제조 기술
- 미세구조 제어기술

- [특허] KR10-1233744 US8,992,808 다공성 반응소결질화규소 제조 방법 및 그에 사용되는 가스소결 규소혼합분말 과립 및 다공성 반응소결질화규소 제조 방법

### 사업성

#### 활용분야

- 정밀기계, 철강, 비철금속, 광산업, 국방산업 등에서 사용되는 대부분의 고풍도, 고인성, 내마모 파트
- 전기/하이브리드 자동차 고출력 전장 파트 기판 소재
- 환경산업용 내마모 파트, 내식특성이 우수한 핫가스 튜브류
- 화학정유산업용 대부분의 미세니칼 쉘 특성 향상

#### 기대효과

- 저가 원료의 사용 및 near-net shape 제조관련 핵심 기술 확보 (2018년까지 절삭공구, 용탕처리부재, mechanical seal, 내마모 부품등 약 400억원의 시장 규모로 전망)
- 세라믹기판 소재 : 2018년까지 약 4,000억 원 시장 규모 전망

#### 기술이 적용되는 아이템



Riser Tube Ceramic Substrate Bush Bearing



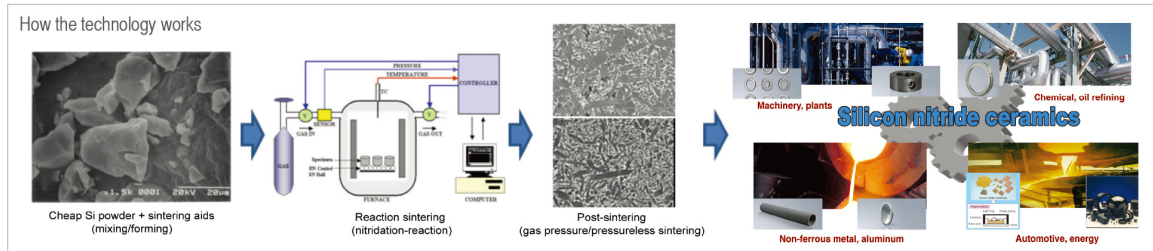
Seal & Ball Bearing Bushing Roller

# Fabrication of Low-Cost, Sintered Reaction Bonded Silicon Nitride with High Strength

TRL5

## Technology Overview

- Silicon Nitride: Featuring higher strength, higher fracture toughness and higher wear resistance, this material shows reliable performance in harsh conditions such as high temperatures and load.
- This technology pertains to fabricating silicon nitride having good price competitiveness by using low-cost metal silicon powder and various sintering aids coupled with reaction sintering and post-sintering.



## Features

- Silicon nitride with high strength and high toughness having minimal metal ion and oxygen content
- Comparable or better thermal and mechanical properties to/than existing materials using expensive nitride powder

## Prototypes

- Bush bearing for galvanizing
- Insulation bushing for CVD
- Roller for LCD/OLED process sputter
- RAIDOM for defense
- Silicon nitride compressor seal

## Development highlights

### Microstructure control

- Microstructure tuning through control of raw silicon powder properties
- Microstructure control by changing sintering aids and their amount  $\alpha/\beta$  phase distribution
- Customized mechanical properties corresponding to microstructure

### Process control

- Sintering aid system design
- Conditions for nitridation/post sintering
- Nitridation reaction for large objects
- Forming of large objects with complex geometry

## Highlights and Strengths

Category	Existing technology	KIMS's technology
Raw material powder	Expensive silicon nitride powder used (up to \$300/kg)	Low cost silicon powder (\$1-2/kg)
Sintering	High temp., high pressure sintering (much shrinkage after sintering) : up to 15%	Reaction sintering and post-sintering (little to no shrinkage) : up to 1-2%
Forming (bulk)	CIP/Slip Casting (shrinkage considered) Suitable for small objects	Near-net shaping possible Suitable for complex, large objects
Physical properties	Flexural strength: up to 1.0 GPa Fracture toughness: : up to 10 MPa·m <sup>1/2</sup>	Flexural strength: up to 1.2 GPa Fracture toughness: : > 10 MPa·m <sup>1/2</sup>

## Transferable technology

- Design of sintering aid system for reinforced sintered RBSN
- Gas pressure sintering for manufacturing of high-density parts
- Fabrication and nitridation of silicon form for large objects
- Technology to fabricate silicon nitride with high strength and high toughness
- Microstructure control

• [Patent] KR10-1233744 US8,992,808 MANUFACTURING METHOD OF PRE-SINTERED POROUS SI-MIXTURE GRANULES FOR POROUS SINTERED REACTION-BONDED SILICON NITRIDE, PRE-SINTERED POROUS GRANULES THEREFROM, AND METHOD MANUFACTURING THE POROUS SINTERED REACTION-BONDED SILICON NITRIDE

## Business Cases

### Applications

- Parts used in precision machinery, non-ferrous metal, mining and defense that require high strength, high toughness and high wear resistance
- Substrates for electronic parts for electric/hybrid vehicles
- Wear resistant parts for environmental industry, hot gas tubes requiring high corrosion resistance
- Mechanical seal for petrochemical units

### Benefits

- Greater use of low-priced materials; greater availability of near-net shapes (The market for cutting tools, molten metal treatment, mechanical seal, wear resistant parts, etc expected to grow to 40 billion won by 2020)
- Material for ceramic substrates: Expected to grow to 400 billion won by 2020

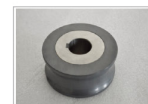
### Applicable products



Riser Tube



Ceramic Substrate



Bush Bearing



Seal & Ball Bearing



Bushing



Roller