

Status of Quartz Glass Crucible

Sunghun Noh, NamHun Kang, Heuikun Yun, Hyeong-Jun Kim*†

QUARTZ TECH CO.,Ltd., Iksan 54588, Korea,

*Engineering Ceramic Center, Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology, Icheon 17303, Korea

석영유리 도가니 국내외 현황

노성훈, 강남훈, 윤희근, 김형준*†

(주)쿼츠테크

*한국세라믹기술원, 엔지니어링세라믹센터

(Received September 10, 2019; Revised October 29, 2019; Accepted October 30, 2019)

Abstracts

A quartz glass crucible is the essential material for manufacturing silicon ingots such as semiconductors and solar cells. Quartz glass crucibles for semiconductors and solar cells are made similar, but differ in surface purity, structure and durability. Recently, ultra high purity synthetic glass crucibles for semiconductors have become more important due to foreign problems. In Korea, it has succeeded in producing 28-inch quartz glass crucibles through the past 10 years. However, 32-inch synthetic quartz glass for the production of silicon ingots for semiconductors is not up to the level of advanced technology, and the technology gap is expected to be 2 to 3 years. In order to overcome these technological gaps and localize synthetic quartz glass ware, close cooperation between production companies and demand companies and localization of synthetic quartz glass powder must also be made. In addition, if government support can be added, faster results can be expected.

Key words : Quartz Glass Crucible, Silicon Single Crystal, Silicon Ingot, Semiconductor, Solar Cell

1. 서론

석영유리 도가니는 반도체와 태양전지 등의 실리콘 잉곳을 제조하기 위해 사용되는 필수적인 중요 소재이다. 명칭에서 그렇듯이 도가니란 용어가 매우 고전적이다 보

니 매우 진부하게 느껴지는 소재이다. 최근 일부 국가에서 일으킨 전략 소재에 대한 수출 규제 조치에 따라 반도체를 비롯한 주요 국내 산업의 긴장감은 매우 높아진 상황이다. 이러한 전략소재 중 석영유리 도가니가 포함되어 있고 이것이 한국 내에서 생산이 제대로 이루어지지 못하

고 있다는 점은 조금 답답하고 안타까운 상황이다.

경제적 측면에서 보면, 반도체는 우리나라 수출의 20%를 좌우하는 가장 중요한 기간산업이다(Fig. 1)[1]. 글로벌 IT 전문 시장조사업체인 가트너의 최근 보고서를 인용한 국내 기사에서 2019년 세계 반도체 시장 매출이 총 4,890억 달러(약 545조원)로, 지난해(4,770억달러)보다 2.6% 늘어날 것으로 내다봤다. 특히 2020년에는 시장 매출이 5,280억 달러로, 2019년보다 8.1%나 증가하면서 다시 상승 국면에 접어들 가능성이 있다고 점쳤다. 이어 오는 2021년에는 1.8% 역성장한 후 2022년 증가율이 3.8%에 그치며 성장세가 다시 주춤하겠지만 2017~2022년 연평균 성장률이 5.1%로, 이전 5년 간(2011~2016년 2.6%)의 2배 수준에 달할 것으로 보고서는 전망했다(Fig. 2)[2]. 반도체 산업은 최근 데이터 기반 서비스 산업의 증가로 고성능 반도체 시장은 빠르게 성장 중이며 세계 무역에서 차지하는 비중도 확대되고 있다.

산업적인 측면에서 보면, 석영유리 도가니는 위에 언급한 바와 같이 반도체와 태양전지 산업의 최초 시작점이 된다. Czochralski법에 의해 실리콘 단결정 잉곳을 만들기 위한 실리콘 용해하기 위한 용기형태의 내화물일 뿐이다. 석영유리 도가니가 없으면 반도체든 태양전지든 그 산업이 시작할 수 없는 것이다. 즉 반도체와 태양전지 산업 생태계에 있어서 가장 뿌리 부분에 있다고 할 수 있다. 따라서 반도체 관련 소재산업을 언급함에 있어서 절대 빠질 수 없는 중요한 소재 중 하나에게 되는 것이다. Fig. 3은 석영유리 도가니에서 반도체용 웨이퍼가 생산되는 전

체과정을 보여 준다.

기술적 측면에서 보면, 석영유리도가니는 단순한 내화물로만 이해할 수 없다. 석영유리는 퀴츠라고 불리면서 반도체·디스플레이·태양전지 산업에서 가장 흔히 쓰이는 공정 부품용 소재이다. 이러한 석영유리는 석영유리 도가니와 마찬가지로 국내에서 전혀 생산이 이루어지지 않고 전량 수입에 의존하고 있는 소재이다. 국내 석영유리 가공기술이 매우 뛰어나지만, 석영유리 모재의 수입 의존은 다소 안타까운 현실인 것이다. 이러한 원소재 수입은 도가니가 되었던 퀴츠부품이 되었던 그 출발 물질인 고순도 실리카 분말 또한 전량 수입에 의존 중이다. 과연 이러한 원료 물질의 부재만이 우리가 처한 고순도 석영유리 도가니와 석영유리 부품들의 문제일까?

본고는 우리는 왜 한낱 도가니라 생각하고 있던 석영유리 도가니를 어떠한 이유로 제대로 만들 수 없었던 것인지에 대해 국내외적인 기술과 시장 상황 등을 점검하고 해결 방안을 제안해 보고자 한다.

2. 본론

석영유리 도가니는 반도체 분야에 서는 매우 중요한 원재료이다. 우리나라의 반도체 산업은 세계 최고 수준이며, 삼성전자가 세계 반도체 시장 점유율 1위인 인텔사를 맹추격하고 있다. 그러나 이에 반해 반도체 석영유리 도가니 분야는 대외 의존도가 지나치게 큰 상황이다. 일본 제품이 95% 이상을 독점하고 있다. 이들 해외 선도 기업

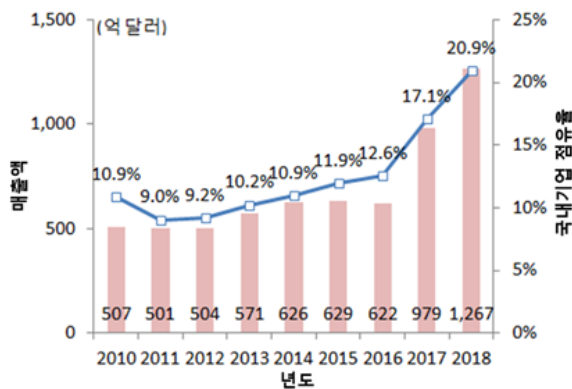


Fig. 1. Share of Korea's Semiconductor Exports.

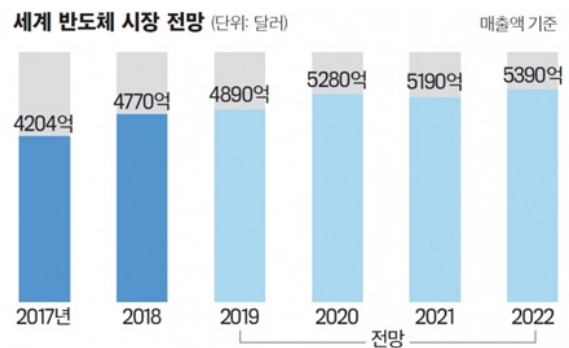


Fig. 2. Global semiconductor market outlook.

들의 압도적인 기술력 및 시장지배력으로 인해 국내기업에게 있어서 이 분야 진입장벽은 매우 높다.

Fig. 3은 실리콘 웨이퍼를 제조하는 전체 공정의 모식도를 나타내고 있다[3]. 그림에서 볼 수 있듯이, 실리콘 웨이퍼를 만들기 위해서는 고순도 폴리실리콘을 석영유리 도가니에 넣어 용융 하여 실리콘 단결정 잉곳으로 성장시킨다. 석영유리 도가니는 반도체의 시작이 되는 중요한 소재이다. 본고에서는 석영유리 도가니에 대한 관련시장과 기술의 현황 및 그 전망 기술해 보고자 한다.

2.1 석영유리도가니

-기본 구조

석영유리 도가니는 기본적으로 2중 구조를 가지고 있다(Fig 5). 고순도 폴리실리콘과 접촉하는 내층은 고순도의 합성 또는 천연 석영분말로 용융되고 진공에 의해 제어된 마이크로 단위의 기포를 포함하지 않은 투명한 유리 재질로 되어 있으며 외층은 고순도로 정제된 천연 석영분말로 용융되고 마이크로~밀리미터 단위의 기포가 존재하는 층으로 고온에서의 석영유리 도가니 구조 지지대역

할 및 보온 역할을 한다. 특히 내층과 외층 두께 비율에 따라 외부 히터에서 공급되는 복사열을 전달하고 보온하는 성능이 변화되므로 사용자의 공정에 맞는 두께 비율을 최적화해야 한다.

-기본 특징

석영유리 도가니는 반도체용 Silicon Ingot/Wafer 생산을 위한 필수 품목으로 1,450℃에서 폴리실리콘을 녹이는 용기 역할을 한다. 석영유리 도가니는 고순도 석영 원료사용(SiO_2)99.999% 이상, 도가니 내층의 적은 기포함량, 고온에 강하며 낮은 열팽창성, 뛰어난 내부식성, 깨끗한 표면, 기계적 안정 등의 특성을 요구한다.

-반도체용 석영유리도가니

반도체용 석영유리 도가니는 일반적으로 내층은 합성 석영파우더로 이루어지며 외층은 고순화 처리된 천연 석영파우더를 이용하여 제작된다. 도가니에 사용되는 분말의 종류별 순도는 Table 1에 나타내었다. 합성 석영파우더는 고가의 원료이므로 투입량을 최소화하여 제작하는 기술이 필요하다. Fig. 8에서 보여 주는 것과 같이 기술

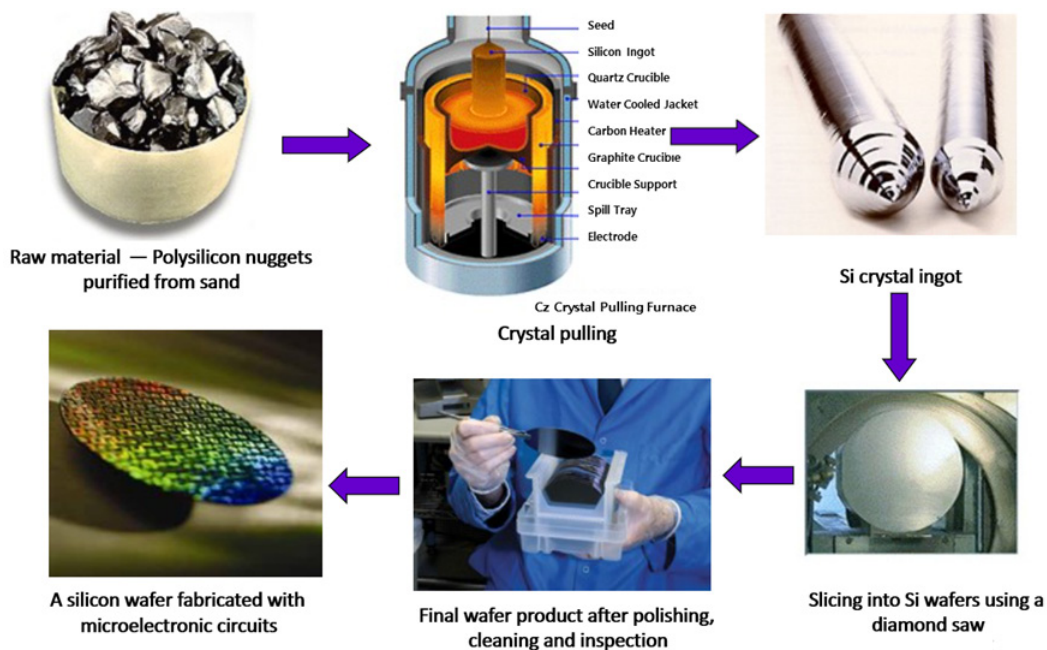


Fig. 3. Procedure of Silicon Wafer Production[3]



Fig. 4. Quartz crucible

적으로는 내층의 투명층에 존재하는 마이크로 단위의 기포를 제어해야만 반도체 잉곳을 성장함에 있어 목표로 하는 단결정 수율을 달성할 수 있다.

단결정이란 반도체를 이루는 원자 결정구조를 중심으로 결정질의 결함이 없이 배열이 균일한 '단결정'이어야 한다. 석영 유리도가니의 불순물에 의한 결정화 또는 기포등에 의한 스트레스로 발생하는 파티클로 인해 단결정 배열이 끊어질 수 있기 때문에 반도체용 석영 유리도가니의 순도 및 기포 제어가 중요하다. 특히 용해된 실리콘과 도가니간 반응에 의한 Browning발생(Fig. 9)은 실리콘

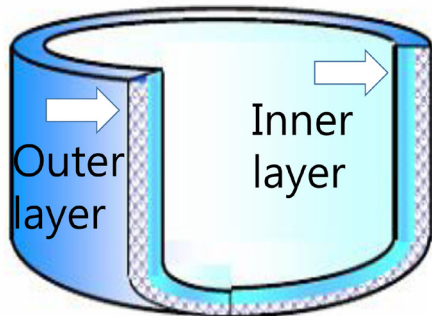


Fig. 5. Quartz crucible structure

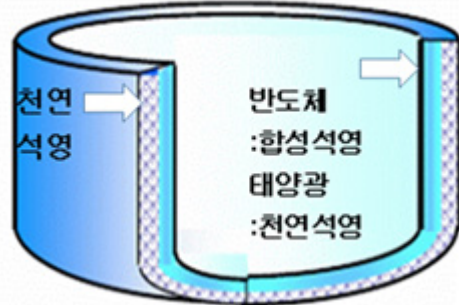


Fig. 7. Quartz crucible components for semiconductor and solar cell

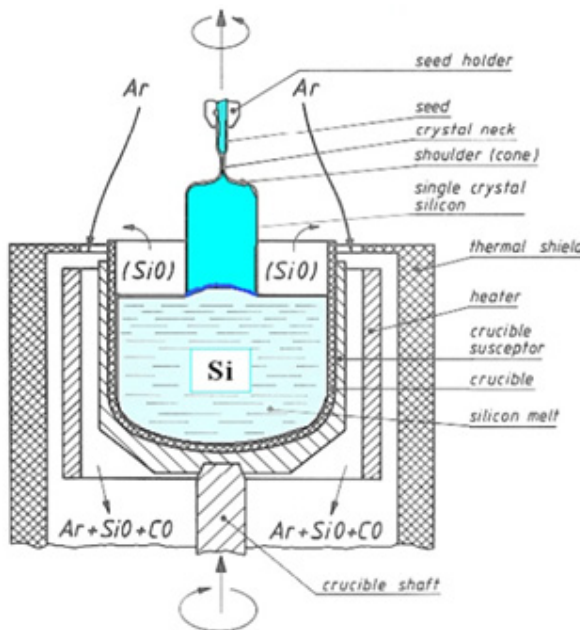


Fig. 6. Silicon Ingot grower structure[4,5]

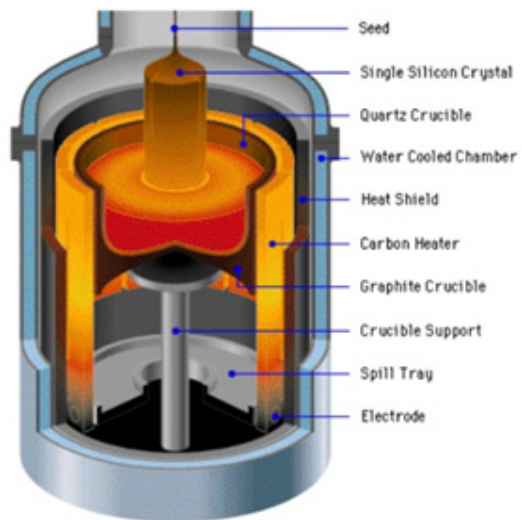


Table 1. Quartz Powder Purity

Categories	Al	Fe	Ti	Na	K	Li	B
Natural Quartz	8.0	0.5	1.5	0.5	0.4	0.3	<0.05
Natural Quartz High Purity	8.0	0.2	1.5	0.1	0.1	0.2	<0.05
Synthetic Glass	<1.0	<0.1	<0.1	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

잉곳 생산에 문제이며, 특히 OH의 불순물 순도에 영향을 받는 것으로 알려져 있다[6-9].

-태양전지용 석영유리 도가니

태양 전지용 석영유리 도가니는 일반적으로 내층, 외층을 천연 석영 파우더를 적용하여 제작된다. 태양 전지용 석영유리 도가니 또한 내층의 투명층에 존재하는 마이크

를 몰드에 내층, 외층을 성형 한 뒤 Fig 10(a).에서 보이는 것과 같이 용융을 진행하여 표면을 녹일 때 진공펌프를 이용하여 기포를 제거하는 방법이다. 용사법은 몰드에 내층을 성형하지 않고 외층만 성형 한 뒤 용융을 진행하는 과정에 고열의 아크에 석영원료를 분사하여 녹여 붙이는 방식으로 내층을 형성하는 방법이다. Fig. 11은 실제 용융 작업시의 전극봉의 발열상태를 보여 준다. Fig. 12

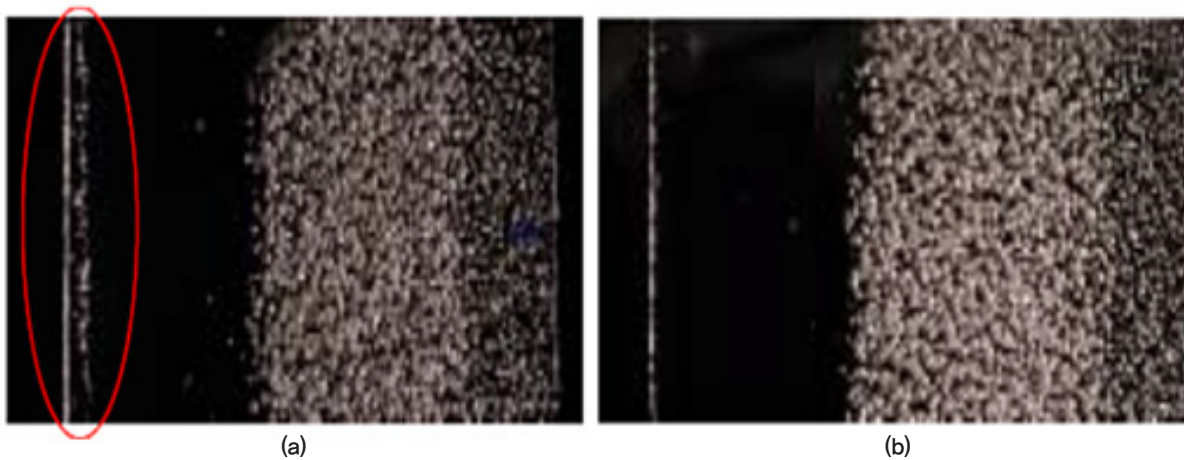


Fig. 8. (a) Bubbles and (b) bubble-free in inner layer

로 단위의 기포를 제어해야만 태양 전지용 잉곳 성장함에 있어 목표로 하는 단결정 수율을 달성할 수 있으며 석영유리 도가니 1개로 1~5개의 잉곳을 성장시키므로 고온 강도가 중요 시 되고 있다. 석영유리 도가니 강도를 증가하기 위한 방법으로는 석영유리 도가니 표면에 BaCO₃를 코팅하여 강제적으로 결정화를 일으켜 강도를 증가시키는 방법을 사용하기도 한다(Fig. 9)[10].

반도체용 석영 유리도가니의 내층 투명층을 형성하는 방법으로는 진공법과 용사법이 있다. 진공법은 석영원료

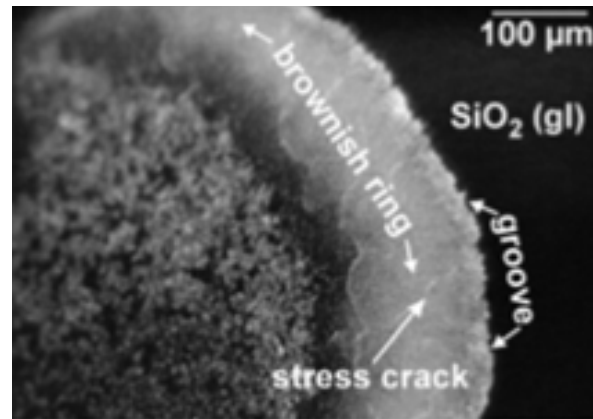


Fig. 9. PM-image of sample CD U L 8 R. Top view of a brownish ring on the dip-in crucible surface. The inner part shows small SiO₂-crystallites[6]

는 기포제거 프로세스에 의해 만들어진 내층 단면의 광학 현미경 사진이다. 그림에서 볼 수 있듯이 외층은 많은 기포를 포함하고 있으며, 내층은 매우 작은 크기의 기포만이 존재한다.

Fig. 13는 석영유리 도가니 제조 공정을 보여준다. 도가니 제조는 석영원료 성형, 용융, 샌드 블라스팅, 내층 검사, 절단가공, 최종검사, 세정, 포장 등의 순으로 이루어져 있다.

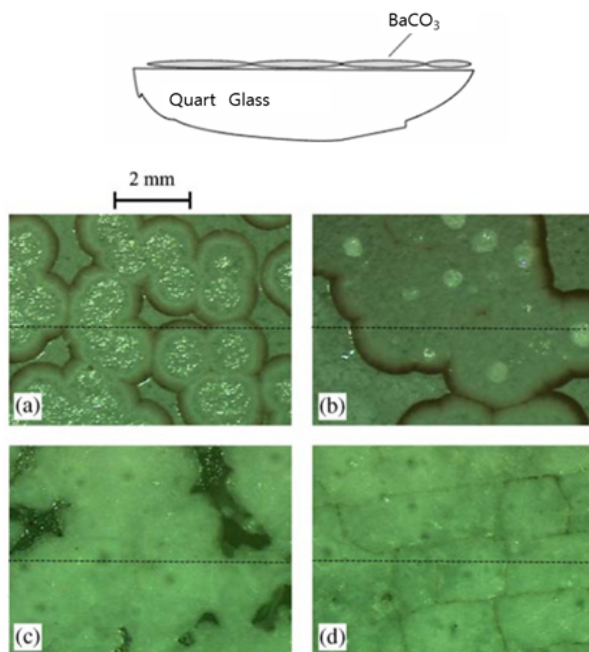


Fig. 9. Morphology of inner surface of silica crucibles with different Ba concentration after Si crystal growth. (a) Ba concentration is 0ppm; (b) Ba concentration is 50ppm; (c) Ba concentration is 100ppm; (d) Ba concentration is 200ppm[10]

어져 있다. 각 공정에서 요구되는 것은 다음과 같다. 성형공정은 내층 원료(합성)와 외층원료(천연)가 혼합되지 않도록 하여야 하며 고가의 합성원료를 원하는 두께에 맞도록 제어하는 기술이 필요하다. 석영 유리도가니의 품질을 90%이상 결정하는 가장 중요한 용융 공정에서는 진공압력관리, 전압/전류관리, 전극 위치, 아크 크기제어, 아크 위치제어 등 정밀 제어기술이 필요한 공정이다. 용융 이후에는 석영 유리도가니 외층에 용융되지 않은 석영 원료가루를 제거하기 위해 고순도의 물 또는 고순도 석영 원료를 이용하여 샌드 블라스팅을 하게 된다. 샌드 블라스팅을 하여 외층 파티클 제거 후 내층의 이물, 기포, 손

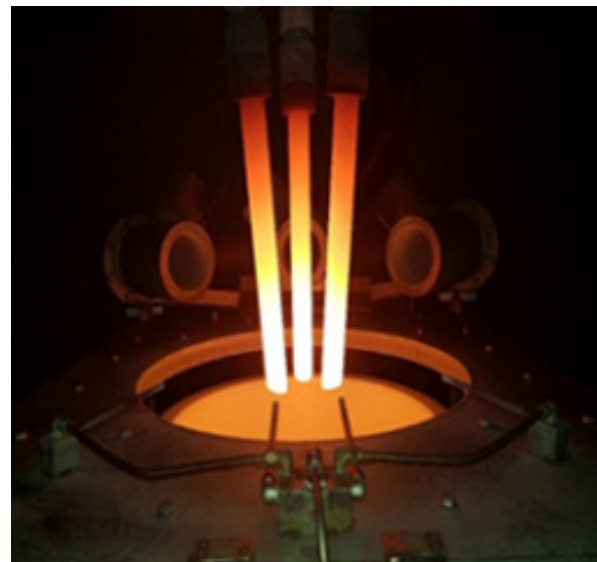


Fig. 11. High Power melting facilities

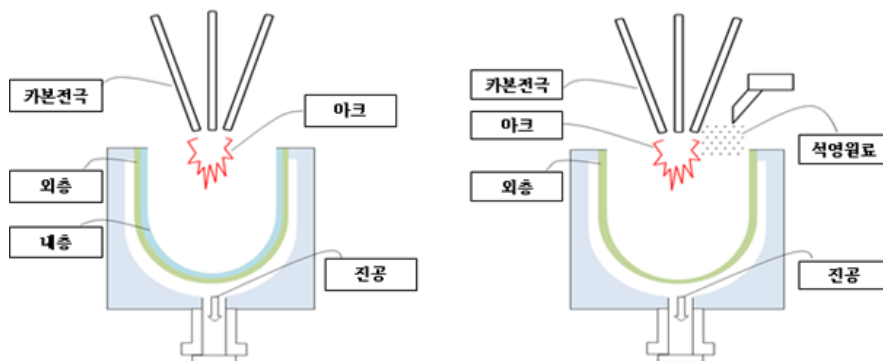


Fig. 10. Transparent layer manufacturing method : (a) Vacuum Process, (b) Spraying Process

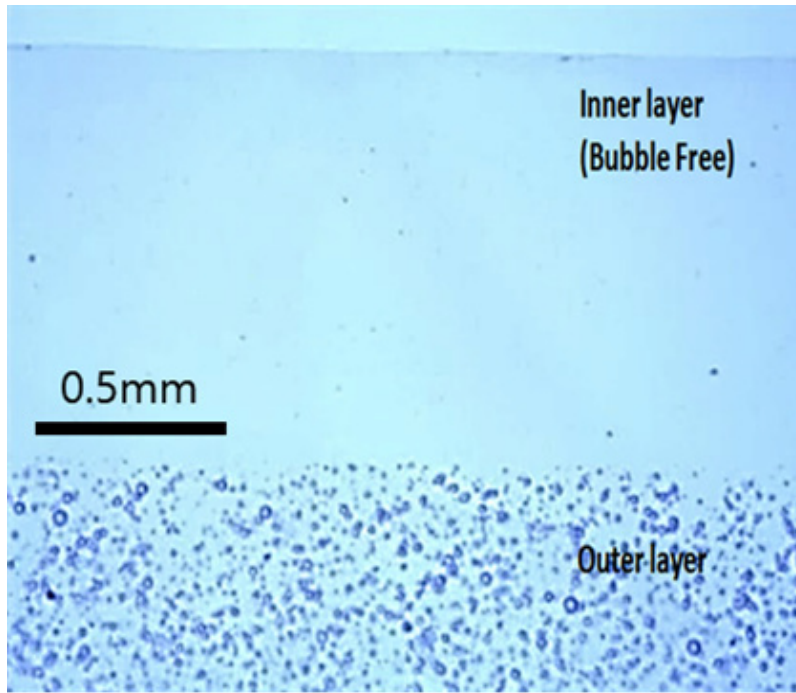


Fig. 12. Optical micrograph of inner layer cross section made by debubbling process



Fig. 13. Quartz crucible manufacturing process

상등 육안 검사를 실시하여 이상이 없는 제품은 수요자의 요구 조건에 맞게 절단을 진행한다. 절단완료 후 고휘도 LED 광원을 이용하여 다시 한번 육안검사와 외경, 두께,

투명층 기포등 정밀 검사를 시행하며 최종 합격한 제품은 산세정을 하여 내,외측 오염원을 제거한 뒤 포장을 한다.

반도체용 석영유리 도가니 개발을 위해 필요한 기술적 내용과 사양을 정리하면 다음과 같다.

- A. 내층(합성석영) 기포억제 기술 : 고출력 용융설비, 분위기 제어기술
 - (Spec) 표면기포 : 0.5mm 이하 사이즈 Zero 수준
- B. 내층(합성석영) 고순도화 기술 : 합성원료의 성형 및 용융기술
 - (Spec) 두께: 2mm 이상, 두께 편차: 100 μ m 이내, 순도: 99.999%
- C. 외층(천연석영) 고강도화 기술 : 원료 도핑, 용융설비 제어기술
 - (Spec) 도가니 사용시간 : 300hrs 이상
- D. 도가니 크기 제어기술 : 정밀 성형기술
 - (Spec) 직경 : Max 40인치 (현재 수요기업의 주력 사용크기: 32인치)
- E. 초고순도 합성 석영분말 기술 : 분말 합성 및 입도형상제어기술
 - (Spec) 순도: 99.9999이상%, 입도(D50) 250 μ m 이하

2.2 세계 기술 현황

-일본

전 세계 반도체용 석영유리 도가니 시장의 80%이상, 국내 시장의 99%를 일본 3개사 (ShinEtsu, SUMCO(JSQ), Coorstek)에서 공급하고 있으며 독보적인 기술을 보유하고 있다. 일본 업체 특성에 따라 진공법과 용사법 2가지 방법으로 석영유리 도가니를 제조하고 있다

-미국

Momentive사가 진공법으로 반도체 석영유리 도가니를 제조하고 있으며 천연 석영 파우더를 고순화로 정제하여 제조하는 기술을 보유하고 있다.

-독일

미국 Momentive사의 자회사가 있으며 미국과 동일하게 진공법으로 반도체 석영유리 도가니를 제조하고 있으며 천연 석영 파우더를 고순화로 정제하여 제조하는 기술을 보유하고 있다.

-중국

반도체용 석영유리 도가니는 시작 단계이며 태양전지용 석영유리 도가니를 제조하는 업체가 수백개의 업체가 있는 것으로 알려져 있다. 주요 업체로는 징룽, AQM, 난통로보스터, 닝보부스트, 강소중위, 요신등이 있다. 향후 중국 정부의 반도체 분야 대폭적이 지원이 예상되어 반도체 시장의 큰 위협 요인으로 예상된다.

2.3 세계 시장 현황

-글로벌 시장규모

최근 GIR(Global Info Research) 연구에 따르면 석영유리 도가니의 전 세계 시장은 향후 5년 동안 약 CAGR 5.9%로 성장할 것으로 예상되며, 2019년의 2억 6천만 달러에서 2024년에는 3억 7천만 달러에 이를 것이라고 예상 하고 있다[11]. 국내 수입 규모와 비교하면 다소 작은 듯 하나 신뢰할 만하다.(참고 2.5절)

-글로벌 서플라이체인

반도체/태양전지 산업의 주요 서플라이 체인은 메모리/모듈(셀)→웨이퍼/잉곳→석영유리 도가니(소재)→폴리실리콘으로 이루어지며 전 세계 서플라이 체인은 Fig. 14과 같으며 전 세계 시장은 잉곳/웨이퍼 시장은 일본이 80%이상, 석영유리 도가니 시장은 90%이상을 일본이 독점 하고 있다.

2.4 국내 기술 현황

국내 석영유리 도가니 기술은 퀴츠테크가 유일하게 자체 기술개발 노력과 선진 기술자문 등을 통하여 반도체 및 태양전지 석영유리 도가니를 제조 및 개발을 하고 있다. 그 전에는 100% 수입에 의존하던 석영유리 도가니를 2008년 회사 설립 이래 10여 년간 꾸준한 투자와 노력으로 자체적인 기술력을 확보하고 있으며 해외 반도체, 태양광 업체에 18~28인치 석영유리 도가니를 제작하여 공급하고 있으며 특히 국내 태양전지용 석영유리 도가니는 95%이상 공급을 하고 있어 대표적인 국산화 성공 사례라 할 수 있다.

메모리	삼성전자	도시바	마이크론	SK하이닉스	인텔
	한국	일본	미국	한국	미국
잉곳/웨이퍼	SUMCO	ShinEtsu	SK 실트론	SKC솔믹스	MEMC
	일본	일본	한국	한국	한국
석영도가니	ShinEtsu	Coorstek	JSQ	Momentive	퀴츠테크
	일본	일본	일본	미국	한국
폴리실리콘	Wacker	Sunedison	Tokuyama	OCI	
	독일	미국	일본	한국	

Fig. 14. SEMI Supply Chain

-반도체용

반도체용 석영유리 도가니의 일반적인 사이즈는 18, 20, 22, 24, 28, 32inch를 사용한다. 반도체 웨이퍼 생산량 증가를 위해 24inch이하 반도체용 석영유리 도가니는 감소하는 추세이며 28, 32inch 사이즈로 전환되는 추세이다. 국내 반도체 웨이퍼 생산업체에서 주로 사용되는 반도체용 석영유리 도가니는 24, 28, 32inch이다. 도가니가 대형화 될수록 사용시간이 길어짐에 따라 강도, 투명층 내부 기포제어, 내구성이 더욱 중요시 되고 있다. 현재 해외업체에 18~28인치 석영유리 도가니를 테스트 할 수준으로 기술력이 성장하였다. 또한 실증 테스트가 가능한 24, 28인치를 국산화 검토 중에 있으며, 향후 기 확보된 기술력 및 노하우를 바탕으로 32인치 석영유리 도가니 개발을 계획 중에 있다.

-태양전지용

태양전지용 석영유리 도가니의 일반적인 사이즈는 18, 20, 22, 24, 28inch를 사용한다. 28inch 석영유리 도가니 적용은 최근 2~3년 사이 적용되었으며 향후 생산량 증가, 원가 절감을 위해 중국 Top tier를 위주로 32inch 적용을 위해 연구개발하고 있다. 2025년에는 Global Grid Parity가 달성 될 것으로 전망되고 있으며 화석원료를 대체하고 태양광 발전의 Grid parity를 달성하기 위

해 꾸준히 기술을 개발하고 있으며 석영유리 도가니 수회 사용 및 대형화로 반도체용 석영유리 도가니와 동일하게 강도, 투명층 기포제어, 내구성이 더욱 중요시 되고 있다. 국내 태양전지용 석영유리 도가니 기술은 28inch까지 양산화 되어 있으며 상당히 높은 기술력을 보유하고 있다. 향후 32inch 시장 대응을 위해 기술 및 설비 검증이 필요하다.

2.5 국내 시장 현황

-수출입 현황

국내 석영유리 도가니는 2018년 약 32백만 달러를 수입하고 있으며 이중 대일 의존도는 99.2%에 달한다[12]. 국내 석영유리 도가니 수입은 꾸준한 상태이며 2014년~2017년 퀴츠테크의 국내 태양광 시장 석영유리 도가니 점유율 증가로 감소를 하였으나 2017년 이후 반도체 산업 호황으로 일본 반도체용 석영유리 도가니 수입이 증가하고 있는 추세이다. 수출 현황은 반도체 산업 호황에 따라 석영 가공부품 수출 증가와 함께 해외 석영유리 도가니 판매량도 증가하고 있는 추세이다.

국내 도가니 시장을 바탕으로 글로벌 시장 규모를 고려해보고자 한다. 국내 웨이퍼 시장 점유율을 고려하면 도가니 점유율 비율을 추정할 수 있다. 웨이퍼 생산은 세계

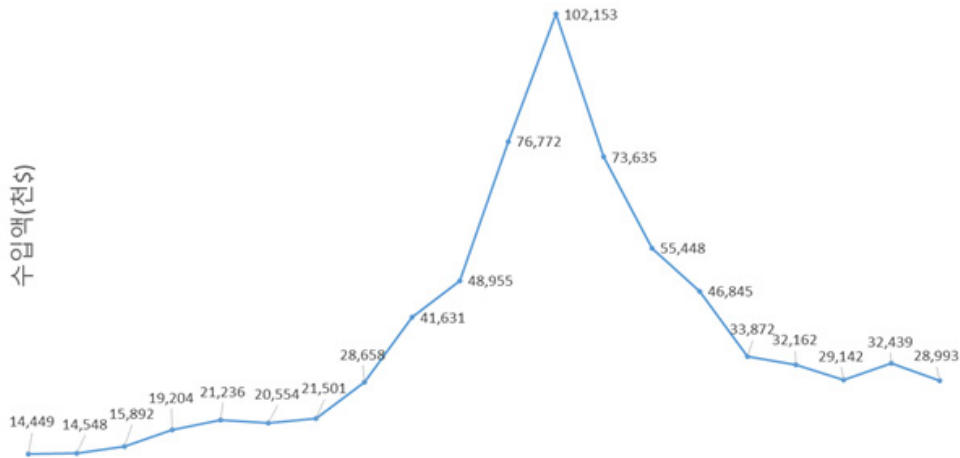


Fig. 15. Import statistics of quartz crucible (HSK 702001012)

5위이며 점유율은 10%로 국내 도가니 소비는 세계시장의 10%로 판단할 수 있다[13]. 따라서 세계 도가니 시장은 약 3500억 원(3.2억달러) 규모로 예상된다. 그러나 이것도 단지 웨이퍼를 기준으로 한 것이므로 오차가 분명히 있을 수 있음을 고려해야 한다.

- 원료적 측면

석영유리 도가니를 제조하기 위해서는 합성 석영파우더와 천연 석영파우더가 필수적인 원부재료이다. 합성 석영파우더는 일본 미쯔비시 화학에서 독점 공급하고 있으며 중국 일부 업체에서 개발을 진행하고 있고 소량이지만 초기 양산화를 위한 실증 테스트 단계에 근접하고 있다. 국내에서도 OCI, 3S코리아, 퀴츠테크 등에서 Pilot 단계로 소량 샘플 제작은 성공했으나 실증 테스트 및 양산 진행 시 대규모 투자, 대량 생산 및 판매가 보증되어야 사업성이 있기 때문에 양산 설비 투자로 이루어지지 못하고 있다.

반도체용 석영파우더는 내측에 적용하는 5N이상 고순도 합성 석영파우더와 외측에 적용하는 4N급 천연 석영파우더가 있다. 앞서 언급한 것과 같이 현재 합성 석영파우더는 일본 미쯔비시 화학에서 독점하고 있으며 중국에서 개발을 진행 중에 있다. 고순도 천연 석영파우더 주요 생산업체는 벨기에 시벨코의 UNIMIN과 노르웨이 TQC

가 있으며 미국 노스캐롤라이나에서 원석을 채취하여 분쇄 및 세정하여 공급하고 있다. 최근에는 중국/국내 업체에서도 인도, 러시아 등지의 원석을 통한 천연 석영파우더를 개발하여 적용하고 있으나 정제 기술개발이 좀 더 필요한 상황이다.

태양전지용 석영 파우더는 반도체 외측에 적용하는 천연 석영파우더를 적용하며 주요 업체로는 벨기에 시벨코와 노르웨이 TQC가 있다. 태양 전지용 석영유리 도가니는 반도체보다는 낮은 수준의 순도를 요구하기 때문에 중국, 인도, 러시아 등의 원석을 이용한 저가 원료 개발이 활발하게 진행되고 있으나 원광석의 특성 및 정제기술에 따라 품질 편차가 큰 편이다.

2.6. 관련기관현황

국내 석영유리 도가니 관련된 기관은 제한적이며, 도가니 자체를 제조는 퀴츠테크 만이 유일하다. 기관 또한 아래 Table 2에 나타난 정도뿐이며, 실질적으로 국내 연구 플레이어의 수도 매우 제한적이다.

2.8. 정책적 제언

석영유리는 반도체 디스플레이 산업의 공정상 가장 필요한 기초소재로 국내 이를 제조하고 공급하는 기업 제대로 설립이 된다면, 관련 산업의 생태계가 완성되어 반도체

체의 소재 독립의 한축이 완성될 수 있다. 특히, 석영유리에 대한 중국의 기술 개발 수준은 국내 기술을 이미 상회하고 있어 시급히 기술 개발 투자가 필요한 시점이다. 특히 2002년 이후 석영유리 도가니 관련 국내 연구 사례를 조사해 보면 중소벤처기업부에서 기술개발을 위해 2.7억 원 정도 정부에서 지원한 사례 외에는 없다.

산업·경제적으로, 제2의 반도체 도약기(시스템반도체)를 맞이하고 있으나, Silicon Wafer를 생산을 위한 석영유리 도가니는 전량 수입에 의존하고 있어 무역역조 개선을 위한 소재 국산화가 시급하다. 또한 기술적으로, 석영유리 소재는 현재 점차 고순도화 고신뢰성화 하고 있어 만일 고품위 반도체용 석영유리도가니 개발이 된다면 후속되는 다양한 석영유리 소재 국산화도 가능할 것으로 판단된다. 따라서 국내 반도체 시장의 생태계의 경쟁력 강화를 위해서는 석영유리 도가니, 잉곳, 웨이퍼, 메모리 전 분야 걸쳐

Table. 2 Domestic Quartz Glass Crucible Players

구분	기관명	관련사항
산	(주)퀴즈테크	국내 유일 석영유리 도가니 제조사 반도체급 28인치 제품 검증 중 태양전지급 28인치 제품 양산, 수출
산	(주)디에스테크노	용융석영유리 개발 이력 있음
산	(주)KCC	합성석영유리 개발 이력 있음
연	한국세라믹기술원	합성석영유리 관련 국내 유일 연구기관 성분분석, OH함량, 잔류응력 등 분석가능
학	충원대학교	석영유리 평가

전략적 파트너십 또는 M&A를 통한 수직적 통합체계 구축으로 기술력 및 원가 경쟁력 강화가 필요하다.

3. 결론

이상과 같이 반도체와 태양전지용 석영유리 도가니에 대한 현황에 대해 검토하였다. 반도체와 태양전지용 석영유리 도가니 간에는 표면 순도와 구조 그리고 내구성 등에 있어서 차이가 있다. 석영유리 도가니는 국내 뿐 아니라 세계시장에서 일본의 지배력이 매우 높다. 국내 기술 개발이 지난 10년간 있었고, 이러한 노력으로 28인치 크기의 석영유리 도가니에 대한 기초기술은 확보한 것으로

보인다. 그러나 반도체용 실리콘 잉곳 제조를 위한 32인치 크기의 합성석영유리에 대한 기술 개발 수요가 매우 높다. 합성석영유리 도가니를 국산화하기 위해서는 생산기업과 수요기업의 긴밀한 협력과 합성석영유리분말의 국산화는 필수적이다. 이를 이루기 위해서는 정부의 정책적 지원 등이 절대적으로 필요하다.

참고문헌

- 김건우, 문병기, “한국반도체 산업의 경쟁력, 기회 및 위협 요인”, Trade Focus 2019년 12호
- 중앙시사매거진, “반도체 시장 연착륙 전망”, <http://jmagazine.joins.com/economist/view/324524> (2019-01-14)
- I. Wells, Lecture note; IC Fabrication Overview Procedure of Silicon Wafer Production, 1996. 7. 16. <https://slideplayer.com/slide/8532802/>
- W. ZULEHNER, “CZOCHELSKI, GROWTH OF SILICON”, J. Crystal Growth 65 (1983) 189
- Sujit Nayak, Lecture note; Crystal Growth, 2016. 6. 30. <https://www.slideshare.net/SujitKumarNayak1/crystal-growth-63620916>
- K. Yamahara, X. Huang, S. Sakai, A. Utsunomiya, Y. Tsurita and K. Hoshikawa, “Surface of Silica Glass Reacting with Silicon Melt: Effect of Raw Materials for Silica Crucibles”, Jpn. J. Appl. Phys, 40 (2001) 1178
- Z. Liu, and T. Carlberg, “Reactions between liquid silicon and vitreous silica”, J. Mater. Res., 7(2) 352-358 (1992)
- S.M. Schnurre, and R. Schmid-Fetzer, “Reactions at the liquid silicon and silica glass interface”, J. Crystal Growth 250 (2003) 370
- M. Tomozawa, D. Kim, and V. Lou, “Preparation of high purity, low water content fused silica glass”, J Non-Crystal. Sol, 296 (2001) 102
- X. Huang, S. Koh, and K. Wu, M. Chen, T. Hoshikawa, K. Hoshikawa, and S. Uda, “Reaction at the interface between Si melt and a Ba-doped silica crucible”, J. Crystal Growth, 277, (2005), 154
- GIR, “Global Quartz Crucible Market 2019 by Manufacturers, Regions, Type and Application, Forecast to 2024” 2019. 4
- 무역협회 국내 수출입현황 자료 분석 (HS 7020001012, 반도체웨이퍼 제조에 사용되는 노용의 석영도가니)
- 한국신용평가, SK실트론(주), 2018.02.07

●● 노성훈



- ◎ 1997년-2003년 전북대학교 산업공학과 학사
- ◎ 2004년-2011년 한국컴퓨터 품질보증팀 대리
- ◎ 2011년-현재 퀴즈테크 생산/품질 팀장

●● 강남훈



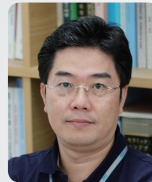
- ◎ 1993년 ROTC 31기 임관
- ◎ 1995년 대우그룹 입사
- ◎ 2004년 경남기업(주) 에리트리아지사장
- ◎ 2006년 경남기업(주) U.A.E. 아부다비법인장
- ◎ 2009년 (주)이테크건설 사우디법인장
- ◎ 2015년 (주)이테크건설 태국법인장
- ◎ 2017년-현재 (주)퀴즈테크 대표이사

●● 윤희근



- ◎ 1992년-1993년 OCI 군산공장 정비팀 주임
- ◎ 1994년-2000년 SK 건설 기계장치팀 대리
- ◎ 2003년-2013년 SNF KOREA 생산기술팀 차장
- ◎ 2013년-2016년 이테크 건설 공사팀 부장
- ◎ 2016년-2019년 (주)퀴즈테크 공장장
- ◎ 2019년-현재 이테크건설 시운전팀 부장

●● 김형준



- ◎ 1991년-1998년 두산유리기술연구소 대리
- ◎ 1997년-2000년 한양대학교 무기재료공학과 박사
- ◎ 2000년-2001년 독일아헨공대 세라믹연구소 Post-doc
- ◎ 2001년-2007년 삼성SDI PDP사업부 차장
- ◎ 2011년-2012년 지식경제부 R&D 전략기획단 전문위원
- ◎ 2014년-2017년 한양대학교 신소재공학과 겸임교수
- ◎ 2007년-현재 한국세라믹기술원 수석연구원