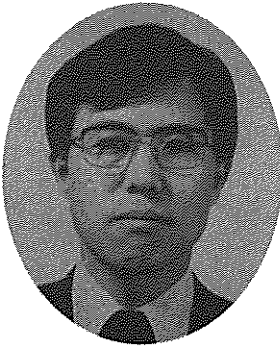


高品質大形シリコン単結晶引上装置

研究者	日本電信電話公社 武蔵野電気通信研究所 研究専門調査役	干 川 圭 吾 氏
開発企業	国際電気株式会社 代表取締役社長	中 村 昇 氏
(推薦者	日本電信電話公社 武蔵野電気通信研究所長	城 水 元 次 郎 氏)



干 川 圭 吾 氏



中 村 昇 氏

1 技 術 の 背 景

今日では、LSI（大規模集積回路）は産業機械から家庭用電化製品に至る幅広い分野で利用され、国民生活に不可欠な存在である。機器類の高性能化をもたらすLSIが、このような幅広い分野に浸透した理由のひとつに、LSIの低コスト化があり、これは基板材料となるシリコン結晶の大形化、高品質化による量産性の向上が大きな要因となっている。結晶の大形化は、一般に結晶品質の低下を招き易いため、品質向上と大形化が両立し得るシリコン単結晶製造方法の研究開発が各方面で進められている。

本装置は、5インチ以上の大形高品質シリコン単結晶製造技術の研究の一環として、昭和51～54年 日本電信電話公社 武蔵野電気通信研究所 干川圭吾氏らのグループが開発したもので、この研究成果を基礎に、国際電気株式会社が企業化するに至った。

2 技 術 の 概 要

無転位で純度の高い高品質シリコン単結晶を歩留り良く製造するためには、融液の温度の精密制御と融液から発生するSiO（一酸化ケイ素）ガスおよび発熱体等から発生するCOガス等の不純物除去技術が最も重要な課題である。

従来の3インチ以下の小形単結晶製造装置では、融液の量が数Kgと少ないため不純物ガスの発生量も少なく、少量の常圧アルゴン（Ar）ガスを導入するだけで、これらを容易に排除でき、また発熱体も小形のため温度制御も容易であった。しかし5インチ以上の大形結晶を考えた場合、融液量は従来の10倍の30Kg以上となり、発生する不純物ガス量が急増し、また融液の温度制御が著しく困難となるなど、従来法では、高品質結晶はもとより、無転位結晶育成さえできない状況であった。

本装置は、上記の問題を解決したもので、以下の特徴がある。

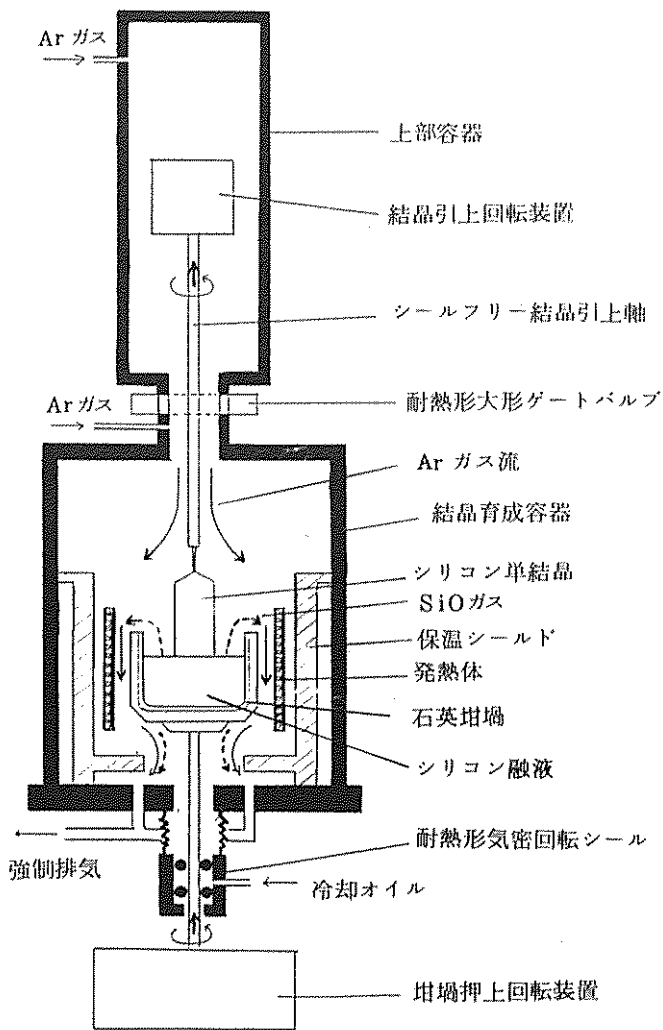
- (1) 不純物ガスの効率的排除に適した炉内構造と、強制排気による減圧Arガス方式を新たに開発した。これにより温度の精密制御も容易であり、100%に近い高歩留りで、5インチ以上の無転位結晶が育成できる。また問題となる結晶中の炭素不純物は従来の1/50、酸素不純物は1/2に低減でき、欠陥発生のない高品質結晶が実現できる。
- (2) 耐熱形ゲートバルブにより、結晶育成容器と分離された上部容器を設け、この容器内に引上機構部を収納する装置構成を始めて実現した。これにより従来1回の育成毎に炉内を冷却し、廃棄していた残留融液や石英るつぼを有効に利用し、7～8回の連続育成が行える。また引上軸が短くでき、装置の高さが従来方式より2mも低くできる。
- (3) 多量に消費する加熱用電力については、原料融解時と結晶育成時では入力電圧を変えて力率の改善を図り、約7%の電力節減を行っている。

3 経 済 効 果

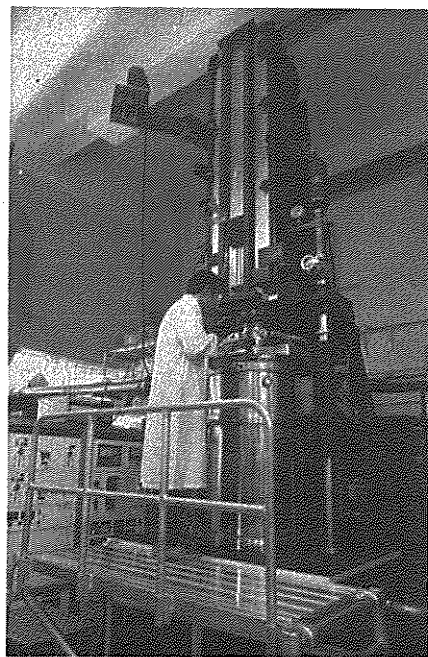
本装置による結晶育成では、従来法に比べて、(i)無転位育成の歩留りが2倍以上になる、(ii)高価なArガス量が1/5～1/10に節減できる、(iii)残留融液、石英るつぼを毎回捨てることなく、連続結晶育成ができる、(iv)加熱用電力の節減が図れる、などの利点により、結晶の大幅なコストダウンが実現できる。これらの結果、本装置の発売以降は、外国製品の輸入はなく、現在では国内で販売

されたこの種の大型製造装置の70%が本装置で占められている。

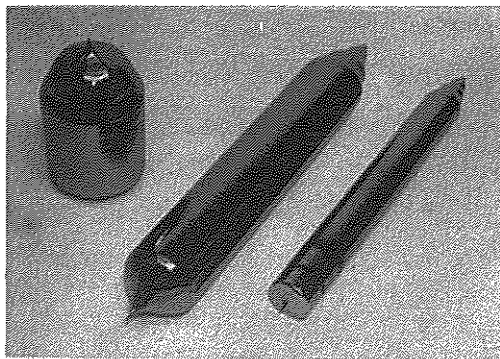
また本装置により実現した大形結晶によるLSIの量産効果や、従来なかった高品質結晶によるLSI製造の歩留り向上による経済効果も大きく、本技術は我国のシリコン結晶の大型化の先導となり、世界の最先端を行く日本のLSIの低コスト化の要因となったものである。



装置の概略図



開発したシリコン単結晶製造装置



育成したシリコン単結晶