The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	大電力ミリ波加熱によるセラミックスの焼結機構に関する研究
Author(s)	佐治, 他三郎
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44963
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

氏　　名　佐　治　他三郎（さじ　たさぶろう）

博士の専攻分野の名称　博　士（工　学）

学　位　記　番　号　第　18782　号

学位授与年月日　平成16年3月25日

学位授与の要件　学位規則第4条第1項該当

工学研究科マテリアル応用工学専攻

学　位　論　文　名　**大電力ミリ波加熱によるセラミックスの焼結機構に関する研究**

論文審査委員　（主査）
教　授　三宅　正司

（副査）
教　授　原　　茂太　　教　授　岡田　成文　　助教授　巻野勇喜雄

論文内容の要旨

マイクロ波/ミリ波等電磁波による材料のプロセシングは種々の分野で研究開発が行われている。セラミックスの焼結においても多くの研究者がこれに取り組んでいる。電磁波によるセラミックスの焼結で特筆されるべきは焼結温度の著しい低下である。これは電磁波による特有の加熱形態や非熱的作用により起こるとされ、これまでいくつかの説が主張されている。本論文は従来主張されているこれらの焼結機構について実験的に検証を加え、しかる後に学位申請者が提唱する表面活性化に基く焼結機構の妥当性について述べている。

第1章では、本研究の背景、およびミリ波焼結機構の主な根拠となっている電磁波特有の加熱形態と非熱的作用について述べている。

第2章では、本研究で使用した装置、実験方法について述べている。

第3章では、焼結機構の一つである「選択加熱説」についての検証を行った結果を述べている。選択加熱は液相焼結のように焼結助剤を含む系における粒子再配列過程では重要であるが、溶融析出過程、合体過程においては重要でないことを明らかにしている。

第4章では「内部加熱説」について検証している。ミリ波による内部加熱では、焼結体中に閉じ込められる気孔が形成されにくくなって焼結が促進されることは事実であるものの、これは焼結の主要な機構でないことを示している。

第5章では、「拡散促進説」についてその成否を実験的に検証している。拡散速度が大きくなくても緻密化の促進が認められるので、ミリ波加熱による拡散促進の効果は、緻密化の主たる要因ではないことを明らかにしている。

第6章では、いわゆる「粗密効果説」について述べている。密度の低い領域に電界が集中して、その部分が優先的に加熱されて緻密化が促進されるという主張を実験的に検証し、それが誤りであることを明らかにしている。

第7章では、ミリ波照射による焼結温度の著しい低下は単なる測温誤差にすぎないという根強い主張に対して、この温度低下は測温誤差ではないということを実験により実証している。

第8章では、学位申請者の提唱する「表面活性化説」について論じている。ミリ波焼結の過程で電界は気孔に集中し、それに面したセラミックスの表面エネルギーが高くなって、それが焼結の駆動力として働き緻密化が促進されることを実証している。

第9章では、以上で論じてきたミリ波特有の加熱形態、非熱的作用を応用した例として、透光性 Al_2O_3 の焼結と、金属および半導体の表面処理について述べている。

第10章では本研究を総括している。

論文審査の結果の要旨

ファインセラミックスは多様で大変優れた材料特性を持っており、エネルギー産業、航空宇宙産業、自動車産業から生活関連産業など多くの分野での活用が期待されている。しかし現状ではあまり実用化が進んでおらず、優れた特性をさらに大きく伸ばすこと、新しい機能を付加すること、コストを下げることなどの課題を解決しなければならない。そのためには現在の技術の限界を打ち破り、セラミックスの構造や組織をもっと自由に制御できるような新しいプロセス技術が求められている。その有力な技術の一つとしてマイクロ波/ミリ波焼結が注目されている。そして実際この技術により、種々の部材に対して大きな成果を上げている。しかしその焼結機構についてはほとんど未解明である。本論文ではこれまで議論されている種々のミリ波焼結機構の妥当性を検証し、以下に示すような知見を得ている。

1．焼結機構のうち、選択加熱説については、液相焼結の粒子再配列過程では焼結促進に寄与するものの、その後の過程ではこれらは寄与しておらず、焼結の主たる要素でないことを実験的に証明している。

2．内部加熱説については、これが気孔の除去という点では焼結促進に一定の効果を示すものの、焼結低温化の決定的な要素でないことを示している。

3．拡散促進説については、これによる緻密化の進展効果はあるものの、初期・中期課程では拡散を伴わなくても焼結が進行することを示し、この機構が全体を支配する要素でないことを証明している。

4．粗密効果説に関しては緻密化の成形体密度に対する依存性の実験結果からこれを否定している。

5．ミリ波焼結では焼結温度が従来法に比べて数100℃低下するが、これが単なる測温誤差という錯誤によるものではないことを実験的に証明している。

6．学位申請者が新しく提唱している表面活性化説について論ずると共に、これがミリ波焼結の全過程にわたる重要な要素であることを実験により証明している。

以上の結果はファインセラミックスの実用化の研究に大いに貢献すると共に、材料工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値のあるものと認める。