

氏 名	増 山 勇 ます やま たけし
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	論 理 博 第 273 号
学位授与の日付	昭 和 44 年 7 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	Voltage Nonlinearity of SiC Aggregate and Varistor (SiC粒子集合体および焼結体の電圧非直線性)

論文調査委員 (主 査) 教授 可知祐次 教授 水渡英二 教授 高田利夫 教授 小泉直一

論 文 内 容 の 要 旨

申請者の論文は SiC の粒子集合体および焼結体の非直線的電圧電流特性について検討したもので、粒子の表面状態、集合体に加える圧力、焼結体のバインダー中の各種不純物の影響などについて広範囲に亘って検討している。主論文は 2 部よりなっている。

第 1 部では SiC 単味の粒子集合体について研究を行なっている。SiC の単結晶は電気の良い導体で、Ohm の法則に従う電気特性を示すが、その粒子の集合体や圧粉体は Ohm の法則に従わず、電圧の増大に伴って、電流は急激に増加する。

その特性は一般に $I = (V/C)^\alpha$ で近似される。ここに I は電流、 V は電圧、 C は Ohmic な抵抗体の抵抗値に相当し、 α はいわゆる非直線係数である。申請者は、 α が常数ではなく、電圧および集合体に加える圧力に依存することを見出しており、一定の限界圧力以下では $\alpha = bV^a$ (a , b は電圧、電流に依存しない常数) で表わされ、さらにある限界圧力以上では印加圧力に依存しない一定の値を示すことを見出している。この限界圧力はまた、SiC 表面の酸化被膜 SiO_2 の厚さに依存し、膜厚とともに増大する。これは加圧によって SiO_2 膜が破壊除去され、SiC 正味の結晶が直接接触し始めるものとして理解できる。

主論文第 2 部では、SiC の粒子を、セラミックバインダーと混合して焼き固めた焼結体について、電圧電流特性を検討している。焼結体の α は一般に SiC 単味の集合体のそれよりも幾分小さく V - α 特性もその性質が違って来る。単に SiC 粒子の接触状態のみによって理解しえず、むしろ不純物の影響が大きい。バインダー中の Al, N_2 は極く微量でも電圧電流特性に大きな影響を与える。

Al, N_2 はそれぞれ電子の acceptor, doner としての役割を果たし、焼結体中に P-n 接合が多数形成されることにより、 α の高い値が得られることを見出している。焼結体では、 α の電流依存成が大きく高い電流領域では α が著しく小になる。しかし、焼結体に Cu_2O , NiO などの金属酸化物を添加し、還元雰囲気中で焼成すると高電流領域でも α が著しく大きくなる。申請者はこの点を X 線マイクロアナライザーを用いて金相学的に詳細に検討し、上記の金属酸化物は還元されて SiC 結晶中に拡散し、冷却に伴って

結晶表面に析出することを確かめた。この析出金属粒子は SiC の結晶表面に強い電界集中をおこすから、その部分で電子の倍増が有効に行なわれ、従って α が大になると説明している。参考論文 4 編はいずれも SiC 粒子集合体、焼結体の電気特性に関する研究であって主論文の先駆となったものである。

論文審査の結果の要旨

SiC の粒子の集合体や、これをセラミックバインダーと混合して焼成した焼結体では、non-ohmic な電圧電流特性を示すことが知られており、この特性は、バリスターなどの電子部品に広く使われてきた。しかしその原因が奈辺に存在するかについては、粉体系の複雑な性質のために、今まで充分な研究が行なわれていなかった。申請者はこの点を種々の角度より検討し、幾つかの興味ある現象を見出している。主論文は 2 部よりなっている。

第 1 部では SiC の単味の粒子集合体について、圧粉体の電圧電流特性の非直線係数 α は SiC 表面の酸化膜の厚さに支配されることを明確にしている。すなわち、圧粉体に圧力を加えて、表面の酸化被膜 SiO_2 を破壊すると高い非直線係数 α が得られる。これは、明らかに SiC 粒子の直接の接触が非直線性実現の必須条件であり、高い非直線係数は、SiC の結晶と結晶の界面における電子の倍増効果によるものであることを明示するものである。第 2 部では SiC の粒子を少量のセラミックバインダーと共に焼成した焼結体について、電圧電流特性を調べている。焼結体では粒子同志の接触以外に不純物の効果が決定的であることを見出している。すなわち、 Cu_2O 、 NiO などを添加して、還元性雰囲気では焼成すると、SiC の結晶の表面に金属の微粒子が析出し、その周囲では電解集中がおこるために、電子の倍増現象が有効に働き、広い電流範囲に亘って高い非直線性が実現されることを見出した。これらの結果は粒子集合体の複雑な物理的性質について、SiC を題材として、貴重な知見を与えているばかりでなく、優れた電子部品の開発の応用に資するところが少なくない。参考論文 4 編はすべて SiC 粒子集合体の電気特性に関するものであり、いずれも労作である。よって、本論文は理学博士の学位論文として価値があるものと認める。