

氏名(国籍)	は 郝	てい 汀(中国)
学位の種類	博士(工学)	
学位記番号	博甲第3408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	
審査研究科	工学研究科	
学位論文題目	非晶質合金のパルス通電による結晶化に関する研究	

主査	筑波大学教授	工学博士	水林博
副査	筑波大学教授	理学博士	大嶋建一
副査	筑波大学教授	工学博士	宮崎修一
副査	筑波大学助教授	工学博士	谷本久典

### 論文の内容の要旨

非晶質合金では、 $10^7$  A/m<sup>2</sup>の直流を流して昇温すると結晶化開始温度が数K低下する現象、動的弾性率が特定の振動数域で明瞭な低下を示す現象、その振動数域で試料に $10^7$  A/m<sup>2</sup>の直流を通電すると動的弾性率が上昇する現象が、近年相次いで見いだされている。本研究では、これらの現象が原子の集団運動に起因しており、それを更に大きく励起すれば結晶化に至ると考え、実験により追究した。その方法として、コンデンサー放電法によるパルス通電実験法を確立し、非晶質合金 a-Pd<sub>80</sub>Si<sub>20</sub>, a-Cu<sub>50</sub>Ti<sub>50</sub>, a-Zr<sub>60</sub>Cu<sub>30</sub>Al<sub>10</sub>, a-Al<sub>85</sub>Y<sub>8</sub>Ni<sub>7</sub> について実験を行った。全ての試料に共通して、放電時定数  $\tau$  がある特定の領域で、放電時の初期電流密度  $i_{d0}$  がある臨界値  $i_{d0,c}$  を超すと結晶化が開始することを見いだした。更に、熱活性化による結晶化過程を理論的および実験的に調べ、パルス通電時のジュール熱による温度上昇と持続時間の実測値と比較検討し、パルス通電による結晶化は熱活性化による結晶化過程ではないことを示した。このパルス通電による結晶化は、非晶質合金中に本質的に存在する密度揺らぎに起因する原子の集団運動の励起であると推測されるが、パルス通電による結晶化に寄与する密度揺らぎはガラス化温度で凍結されたものかあるいは試料温度でのものかを明らかにする必要がある。そこで、これまでの室温域での実験に加え、液体窒素中での実験を行った。結晶化が始まる臨界電流密度値  $i_{d0,c}$  の放電時定数  $\tau$  に対する依存性は  $\tau = 1\text{ms}$  および  $10\text{ms}$  近傍で極小を示す特徴的な変化を示し、その関数関係は室温での実験値と液体窒素中での実験値の間で良い一致を示すことから、パルス通電による結晶化に寄与する密度揺らぎはガラス化温度で凍結されたものであると結論した。また、パルス通電により生成した結晶を電子顕微鏡観察し、数 nm のナノ結晶が生成しており、かつそれらの結晶方位が揃っていることを見いだした。このような現象は熱活性化による結晶化過程では期待できない興味深い現象であり、パルス通電結晶化で励起される集団運動ではそのモードが原子種間で異なることを示唆する。本研究では、非晶質合金に於ける非熱的過程による結晶化を初めて見だし、その結晶化過程に関する興味深い知見を摘出している。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究は、非晶質合金がパルス通電により結晶化することを初めて見だし、それが非熱的過程による結晶化であることを実証し、関連する興味深い知見を摘出している優れた論文である。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。