Osaka University Knowledge Archive

Title	OBSERVATION OF PRESSURE-INDUCED SUPERCONDUCTIVITY OF SnI4
Author(s)	竹下, 直
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3128789
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【 8 】

氏　　名	竹下　直（たけした　なお）
博士の専攻分野の名称	博　士（理　学）
学位記番号	第　12820　号
学位授与年月日	平成9年2月20日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科　物理系専攻
学位論文名	OBSERVATION OF PRESSURE-INDUCED SUPERCONDUCTIVITY OF SnI_4 「SnI_4 の圧力誘起超伝導の観測」
論文審査委員	（主査） 教授　天谷　喜一 （副査） 教授　遠藤　将一　　教授　鈴木　直

論文内容の要旨

加圧していくと圧力誘起アモルファス化，そしてさらに再結晶化を起こすという極めて珍しい物質，SnI_4（4ヨウ化スズ）について，その電気抵抗および磁化を，圧力 $P<95$ GPa，温度 $T>60$ mK という超高圧・極低温下まで測定した。

SnI_4 は常圧下では分子性の結晶で，電気的には絶縁体である。この結晶は非常に大きな圧縮率を示し結晶は加圧下で徐々にアモルファス化していく事，また同時に電気抵抗も高圧力下で急激に減少する事が知られていた。最近，お茶の水女子大の浜谷らのグループにより，61万気圧において一度アモルファスになっていた結晶が再結晶化するという興味ある報告がなされた。この再結晶相は fcc として良く説明できる事，またそのとき格子定数が単体ヨウ素の最高圧相である fcc ヨウ素と比較すると，さらに高圧下までの圧縮率も含め非常に良く一致する事が示された。ヨウ素は高圧下で分子解離後，超伝導性を示すようになるが，fcc ヨウ素と類似していると思われる SnI_4 においても超伝導がこの再結晶相において現れるのではないかと考え，実験を行った。

常温下で電気抵抗測定を行うと，60万気圧付近で再結晶化に伴うと思われる電気抵抗の減少が観測された。この振る舞いは再結晶化によるものであると考えられる。次に電気抵抗を低温下まで測定した。30万気圧以下では低温下まで超伝導は現れなかったが，それ以上の圧力で全て超伝導転移が観測された。転移温度 Tc は圧力によって大きく変化し，30万気圧付近では1.2 K 程度であったが，再結晶後は一気に 2 K 付近にまで上昇した。更に加圧すると80万気圧以上で Tc が急激に下がり，これまで報告がないがこの圧力，温度領域に何らかの相境界が存在するのではないかと考えている。

得られた超伝導転移を更に明らかにするために，磁化測定によりマイスナー効果の確認を行った。圧力40万気圧において，オンセットが 2 K 付近の磁化の急激な減少がみられ，温度圧力から考えて，これが SnI_4 のマイスナー効果であると考えて良い。

以上により，SnI_4 の圧力30万気圧以上における超伝導性を確認した。超伝導転移温度のめまぐるしい圧力変化の様子は，圧力誘起アモルファス―再結晶化という非常に珍しい転移を示す SnI_4 の結晶状態の様子を示しており，今後の

転移のメカニズムの研究に重要な情報を提示している。

論文審査の結果の要旨

本論文は，SnI_4（4ヨウ化スズ）の超高圧・極低温下における圧力誘起超伝導の探索結果をまとめたものである。

SnI_4 は常圧下では分子性の結晶で，電気的には絶縁体である。この結晶は非常に大きな圧縮率を示し，結晶は常温7万気圧以上の加圧下，徐々にアモルファス化するとともに電気抵抗も急激に減少する事，更に61万気圧において一度アモルファスになっていた結晶が fcc 相に再結晶化し，そのときの格子定数が単体ヨウ素の最高圧相である fcc 相の値と非常に良く一致する事等が知られている。ヨウ素は高圧下で分子解離後，超伝導性を示すが，fcc ヨウ素類似の SnI_4 においても超伝導がこの再結晶相，更にはアモルファス金属状態においても出現するのではないかというのが本研究の動機となっている。実験は，超高圧発生用ダイヤモンドアンビルセルを用い，最高95万気圧を発生，$^3He/^4He$ 希釈冷凍機による60 mK までの極低温下において電気抵抗及び磁化測定が行われている。

常温下の電気抵抗測定結果では，60万気圧付近で再結晶化に伴うと思われる抵抗減少が観測されている。次に電気抵抗の測定を低温まで行った結果，30万気圧以下では超伝導は観測されていないが，それ以上の圧力下における超伝導転移の観測に成功している。超伝導転移温度 Tc は圧力によって大きく変化し，30万気圧付近では1.2 K 程度であり，再結晶後は 2 K 付近にまで上昇する事が確認されている。更なる加圧により，80万気圧以上で Tc の不連続的な減少が見出され，この圧力，温度領域に今迄に報告のない何らかの相境界が存在することを見出している。

電気抵抗において観測された超伝導転移に関しては，SQUID を用いた高感度磁化測定により，マイスナー効果による確認がなされている。圧力40万気圧において，2 K 付近より磁化の急激な減少がみられ，温度圧力域から考えて，これが SnI_4 のマイスナー効果であると結論されている。

以上により，本研究においては SnI_4 の極低温下30万気圧以上におけるアモルファス金属状態及び再結晶状態の超伝導性を確認している。fcc 相の超伝導転移に関し，転移温度並びに臨界磁場共々，単体ヨウ素と比較して高い値を得ているが，この結果は全く予想に反し，興味ある今後の課題を提供している。

以上，本論文は圧力誘起アモルファス―再結晶化という非常に珍しい転移を示す物質 SnI_4 について圧力誘起超伝導性の発見に成功し，結晶転移機構及び超伝導性に関し新しい知見を加えたもので博士（理学）論文として価値あるものと認める。