

研究成果報告書

研究テーマ (和文)	磁性薄膜の膜厚を駆動源とする磁気秩序—超伝導相転移の探索		
研究テーマ (英文)	Magnetic order – superconducting transition tuned by the thickness of magnetic thin film		
研究期間	2018年 ~ 2021年	研究機関名 金沢大学	
研究代表者	氏名	(漢字)	大橋政司
		(カタカナ)	オオハシマサシ
		(英文)	Masashi Ohashi
	所属機関・職名	金沢大学・教授	
共同研究者 (1名をこえる場合は、別紙追加用紙へ)	氏名	(漢字)	
		(カタカナ)	
		(英文)	
	所属機関・職名		

概要 (600字~800字程度にまとめてください。)

超伝導体は超伝導体は電気抵抗がゼロであるという性質から、エネルギーロスのない送電や電気デバイスへの応用が期待されている。超伝導の発現機構は複雑であり、1957年には従来型の超伝導発現機構がBCS理論を用いて説明されるが、以降、BCS理論では説明できない発現機構を持つ超伝導体も発見されている。それらは非従来型超伝導体と呼ばれ、超伝導転移温度が液体窒素温度を超えるような物質も存在している。そのため更なる超伝導技術の応用のためにも非従来型超伝導の発現機構の解明は重要な課題とされる。非従来型超伝導体は物質の持つ磁気秩序を加圧や元素置換によって破壊することで超伝導が発現するとされる。その物質の多くが組成や結晶構造が複雑であり、超伝導が発現する際のミクロな様子を観察するのが困難である。

1972年に磁性金属であるCrの薄膜が1.52 Kで超伝導性を示したという報告がある。一般的に従来型超伝導体は磁性と相容れないものとされ、またCrのバルクは高圧下においても超伝導性は示さないという報告がなされている。そこでCrを薄膜化することで磁性が抑制されて超伝導が発現するならば非従来型超伝導である可能性がある。しかし、報告には詳細なデータの不足や薄膜の表面状態の様子に不明な点が多い。

本研究は様々な磁性金属を用いて条件を変えた薄膜を作製して電気抵抗測定を行い、非従来型超伝導の発現機構を探ることを目的とした。まず精密な薄膜の作製環境を整えるため、原子レベルで成膜条件を調整できる分子ビームエピタキシー(MBE)装置を立ち上げた。これを用いて、膜厚30, 50, 100 nmのMn薄膜を作製した。薄膜は400°Cに加熱したMgO(100)基板上に、Mnをt=10 ~ 100 nm蒸着させ、大気暴露を防ぐために上からMgOを5 nm蒸着させた。得られた薄膜試料に対して、2~300Kの範囲で直流4端子法により電気抵抗測定を実施した。3種類の試料とも300 Kから線形的に抵抗値は減少し、100 K付近で上昇に転じている。 α -Mnの反強磁性相転移は95K以下で起こることから、Mn薄膜においても反強磁性相転移が起きていることが分かった。膜厚が小さくなるにつれて転移温度は一度増加し、その後減少する。この結果は全く予期せぬ結果であり、結晶構造や格子定数、界面粗さなど、様々な物性値との関連など更なる調査を続ける必要がある。

発表文献 (この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。)						
雑誌	論文課題	Effect of pressure on the electrical resistivity of $Ce_{1-x}Er_xAl_2$ spin glass				
	著者名	Masashi Ohashiet al.	雑誌名	Journal of Physical Society of Japan		
	ページ	074708-1~4	発行年	2 0 2 0	巻号	89
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	~	発行年		巻号	
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	~	発行年		巻号	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ページ	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ページ	

英文抄録 (100語~200語程度にまとめてください。)

We successfully set up the MBE system for atomically-controlled thin film growth. 30 nm, 50 nm and 100 nm thickness Mn films were grown epitaxy. Samples were grown by depositing 10 to 100 nm of Mn on a MgO (100) substrate. The substrate was heated to 400°C during the deposition process. After that, 5 nm of MgO capping layer was deposited on the Mn layer to prevent atmospheric exposure. Electrical resistance was measured by the AC 4-probe method in the temperature range between 2 and 300K.

In all films, the resistance decreases linearly from 300K and starts increasing around 100K. The antiferromagnetic phase transition of α -Mn occurs at 95K in the bulk and also does in the thin films. The transition temperatures once increase and decreases again as the film thickness reduces. This observation is quite unexpected and further systematic investigation of various film thickness is highly required.

研究代表者名

共同研究者	氏名	(漢字)		
		(カタカナ)		
		(英文)		
	所属機関・職名			
	氏名	(漢字)		
		(カタカナ)		
		(英文)		
	所属機関・職名			
	氏名	(漢字)		
		(カタカナ)		
		(英文)		
	所属機関・職名			
	氏名	(漢字)		
		(カタカナ)		
		(英文)		
所属機関・職名				
氏名	(漢字)			
	(カタカナ)			
	(英文)			
所属機関・職名				
氏名	(漢字)			
	(カタカナ)			
	(英文)			
所属機関・職名				
氏名	(漢字)			
	(カタカナ)			
	(英文)			
所属機関・職名				
氏名	(漢字)			
	(カタカナ)			
	(英文)			
所属機関・職名				