

超強加工法による金属材料のナノ結晶粒組織制御に関する研究

小田 英治

本研究では、超強加工法を用いた金属材料の微視的組織制御のためのナノ結晶粒組織形成過程、およびその焼結体の諸特性を解明することを目的としている。金属材料の強度や靱性を向上させるために結晶粒微細化が有効であることはよく知られ、近年、強ひずみ加工法によって結晶粒径 $1\mu\text{m}$ 以下の超微細粒組織が形成されることが示されている。この手法によって最終的に得られる結晶粒径は、変形量やひずみ速度などの加工条件に強く依存する。本研究では、特に金属粉末のミリングによる超強加工下での結晶粒微細化に着目している。結晶粒微細化においては加工温度は重要な因子の1つであり、加工温度の低下によって転位組織の動的回復が抑制され微細化が促進される。本研究では、材料の融点に対して 0.1 以下の低温での超強加工に着目し、その方法として、①高融点金属材料を用いた室温での超強加工、②極低温加工装置によって液体窒素温度近傍で加工を施す方法、の2種類の手法を用いてナノ結晶組織の形成を試みている。

本論文は全6章で構成されている。第1章では、ナノ結晶材料の特性および結晶粒微細化プロセスに関する研究の現状とその課題について述べる。第2章では、本研究を通して微細粒組織の形成法として用いているメカニカルミリング(MM)法に関するこれまでの研究状況と、本研究の位置づけについて要約する。第3章では、上記①の研究として、高融点材料であるタングステンにMMを施した際のナノ結晶組織の形成過程について詳細に検討する。第4章では、第3章において作製したナノ結晶W粉末の焼結性や熱的安定性、焼結後の機械的特性など、ナノ結晶化に伴う諸特性の変化について検討する。第5章では、上記②の研究として、材料特性の異なる各種純金属材料に、液体窒素温度近傍での極低温MM処理を施した際の組織変化を観察し、強ひずみ加工における加工温度の影響と、極低温下での結晶粒微細化メカニズムにおける材料特性の影響などについて検討する。第6章では、本研究の成果について総括をおこなう。