令和６年度　ILM共同利用・共同研究報告書

2025年　5月　23日

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 研究代表者 | 所属機関 | 久留米工業高等専門学校　材料システム工学科 |
| 職名 | 教授 |
| 氏名 | 川上　雄士 |
| 共同研究者（対応者） | 所属機関 | 熊本大学MRC |
| 職名 | 教授 |
| 氏名 | 安藤　新二、　井上　普一 |
| 研究課題 | 固相接合したマグネシウム合金の接合界面微細構造の解析 |
| 共同研究テーマ※該当するものに✓をつけてください。 | ☑全国共同利用・共同研究助成□国際共同利用・共同研究助成□共通試料提供・共同研究助成□試料分析評価受託・共同研究助成 | □重点テーマ□輸送機器材料開発□生体材料開発□橋梁・建築用材料開発□キンク強化☑自由テーマ |
| 使用設備名（ILM保有のもの） | 電界放出型走査電子顕微鏡，結晶方位解析装置，共焦点光学顕微鏡，超微小硬度計，クロスセクションポリッシャー |
| 配当額 | 旅費　　　　（　　　　160,000　円） | 消耗品　　　　（　　　　　40,000　　円） |
| **研究成果内容**　【主な研究成果】欠陥予防策や短時間処理を目的に開発されたPECB(Pulsed Electric Current Bonding)法は，パルス電流を印加する事で接合試料の自己発熱により効率的に昇温させ，接合界面上での局所加熱による接合が可能である．これまでに，PECB の接合温度，加圧力，保持時間，表面粗さ，加工率等の接合条件による影響や，接合界面の微細構造に関する研究が行われ，接合性向上や接合原理の解明を目標に行われた．未解明の接合条件にパルス比(電流印加のOFF timeとON timeの比)の影響があり，これまでに低いパルス比ほど接合界面の微細結晶粒径が小さく，微細粒子数が増加することが分かっている．本研究は，パルス比がマグネシウム合金の接合に与える影響をさらに解明するために，接合界面の微細構造を詳細に調査し，固相拡散接合法と比較してパルス電流が接合強度へ与える影響を考察した．試料は，AZ31Bの板材および押出材を，電気炉で大気中723K×5400sの焼鈍したものを用いた．接合面の研磨は，SiC研磨紙#400，#600で精密平面研磨機を用いて調整した．接合条件は接合温度573Kと773K，加圧力8MPaと20MPaとし，パルス比を1:6，5:30および9:54に変化させ，保持時間600s，昇温速度0.83K/s，真空雰囲気で接合した．また，比較のために同じ試料を固相拡散接合法で接合した．接合後，接合界面を走査型電子顕微鏡-後方散乱電子回折(SEM-EBSD)法で観察した．接合強度の評価は引張試験を行った．PECB法では，低いパルス比である1:6ほどZ軸変位量が多かったが，投入電力量にはパルス比の影響は明確に確認できなかった．773K×600s，20MPaで接合した試料の接合界面付近では，低いパルス比ほど15度以下の方位差を示す箇所が多く確認された．以上の結果から，低いパルス比では電気可塑性効果で変形量が多く，接合界面の結晶粒の核生成率が増加したことで接合界面の結晶粒の粒径が小さく，粒子数が増加したのではないかと考えられる．PECB法(接合温度773K，加圧力8MPa)と固相拡散接合法により接合させた後，引張試験を行った結果をFig.1に示す．PECB法の破断応力はばらつきが大きく，パルス比の影響は明確には確認されなかった．今回の接合条件では接合界面に酸化被膜が残留し，接合界面での拡散が不十分なため，界面を横断する結晶粒の数は少なく，低い破断応力を示したと考えられる．固相拡散接合法の破断応力は，高温側で試料を変形させた場合に高くなり，表面粗さの影響は変形させた場合には明確に表れたが，変形させない場合は影響が明確ではなかった．また，今回の接合条件では，表面粗さ8㎛，接合温度723Kで試料を変形させた場合に破断応力が最大となった．PECB法は，固相拡散接合法と比較して保持時間が短く，加圧力が低いにもかかわらず，固相拡散接合法の試料を変形させない接合より高い破断応力である事から，PECB法の方が接合界面でのMgの拡散を促進させると考えられる．Fig.1 Relationship between fracture strength and bonding temperature for PECB and hot compression diffusion bonding．【今後の展望】　PECB法におけるパルス比の影響については明確に確認することができず，固相拡散接合との明確な相違も確認することができなかった．今後はこの結果を足掛かりとして，接合界面の酸化の影響について調査することが必要であると考える．また，研究代表者が２０２５年４月から海外に赴任し，研究の現場に直接携わることが難しくなったので，これまで行ってきた様々な条件でのＰＥＣＢ法の研究を総括することが有用であると考える．【具体的な成果】　●学会発表：第30回(2025年)高専シンポジウム in Okayama PECB接合されたマグネシウム合金の界面構造におよぼすパルス比の影響　（久留米高専攻科物質工学専攻1、熊本大先進マグネシウム国際研究センター2）　○甲斐友也1・井上晋一2・川上雄士1 |
| **注意事項**・成果報告書はこの様式を用いて作成し、2025年5月16日（金）までにメール記載の専用URLよりアップロードください。・提出いただいた共同研究報告書は、先進軽金属材料国際研究機構共同研究報告（年報）を発行し、上記ホームページに掲載いたしますので、公表できる範囲において作成してください。・記載欄が不足する場合は，適宜ページを追加してください。 |