

平成23年度 トピックス

分子・物質合成、ナノ計測・分析領域における支援成果

金属電極上への耐電圧絶縁膜の形成方法の開発

中部大学 超伝導・持続可能エネルギー研究センター^a

大阪大学 産業科学研究所^b

山本 則正^a、河原 敏男^a、半月 寛之^a、山田 秀貴^a、
山口 作太郎^a、田川 精一^b

【研究目的】

金属電極への絶縁膜の成膜は、基板表面のナノ構造でピンホールなどが生成されるため構造制御が必要となる。また高耐圧絶縁薄膜の形成は、放電用電極などへの応用の可能性がある。放電加工ではセラミックス材料を電極として、金属電極との放電により微細加工を行うことが長年研究課題となっている。

高温超伝導体として知られている層状銅酸化物YBCO($YBa_2Cu_3O_{7-d}$)は、超伝導磁石や超伝導デバイスへの応用が期待されている。YBCOの結晶構造内の酸素原子数はバルク材料作成の焼結時の酸素分圧に依存する。酸素欠損量 d が0に近いときは超伝導材料となるが、1に近づくとつれて電気抵抗率が高くなり絶縁材料となる¹⁾。またYBCOを通常の手法で放電加工すると、加工面および切粉に絶縁層を形成することが知られている^{2,3)}。本研究では、YBCOを効率的に絶縁層形成加工するため、酸素を混入した雰囲気ガス中で放電加工を行ない、絶縁層抑制を試みた。

【成 果】

YBCO加工は、気中での放電加工を実施するために改良した三菱製ワイヤ放電加工機C90Gを用いて行った。パルス印加は250V(パルス幅50ms)で別電源にて行った。加工材料の焼結体YBCO(芝浦工大)は厚み13.5 mmの円柱形で、それを径方向に20 mm加工した。加工後、面粗度は面粗度計(東京精密SURFCOM 1500 DX)、カーフ罗斯は光学顕微鏡(KEYENCE)画像の処理により評価した。

窒素ガスおよび窒素と酸素(10%)の混合ガスを雰囲気ガスとしたYBCOの放電加工後のカーフ罗斯の像を図1に、カーフ罗斯および面粗度の評価の結果を表1に示す。窒素ガスおよび混合ガスの両方の雰囲気中ともカーフ罗斯および加工面の面粗度に大きな違いは見られなかった(面粗度の定義はJIS2001準拠、ろ波うねり曲線補正後)。なお、窒素ガスのみの場合にはカーフ罗斯の歪み・うねりが生じた。一方、混合ガスを用いた場合、顕著なうねりは観測されなかった。これは、窒素ガスのみを雰囲気ガスとした場合、放電によって加工面に絶縁層が発生したことを意味する。放電により生成された数千~数万度のプラズマによって、YBCOの加工面で再結晶層が形成され、周辺雰囲気は窒素ガスのみの場合には絶縁性の層が、酸素混入ガス雰囲気中の加工では導電性の層が形成されたと考えられる。

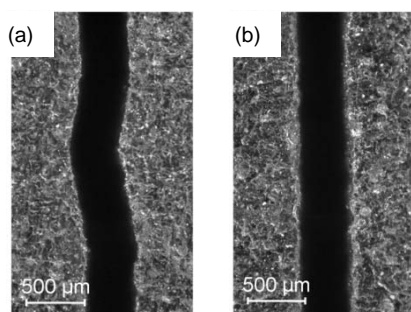


図1 各種ガス雰囲気中でのカーフ罗斯の光学顕微鏡像 (a)N₂ ガス、(b)N₂+O₂(10%)ガス雰囲気中

表1 各種ガス雰囲気中でのカーフ罗斯(KF)および面粗さ結果

	KF (μm)	Ra (μm)	Rz (μm)
N ₂	396.8 ± 13.6	3.7 ± 1.0	25.3 ± 9.3
N ₂ + O ₂ (10%)	390.9 ± 17.7	4.2 ± 0.9	26.6 ± 9.0

参考文献

- 1) 土屋政光他, 電気加工学会誌27, (1993), 32.
- 2) 土屋政光他, 電気加工学会誌28, (1994), 15.
- 3) 永田邦裕、岩田孝彦、岡崎清, 電気学会論文誌A-108, (1988), 405