

(19)日本国特許庁(JP) (12)公開特許公報(A) (11)特許出願公開番号
特開2025-120004
(P2025-120004A)
 (43)公開日 令和7年8月15日(2025.8.15)

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
B 0 9 B 5/00 (2006.01) B 0 9 B 5/00 Z Z A B 4 D 0 0 4
B 0 9 B 3/40 (2022.01) B 0 9 B 3/40
B 0 9 B 101/16 (2022.01) B 0 9 B 101:16

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

<p>(21)出願番号 特願2024-15188(P2024-15188) (22)出願日 令和6年2月2日(2024.2.2)</p> <p>(出願人による申告) 令和元年度、国立研究開発法人科学技術振興機構、「未来社会創造事業(製品ライフサイクル管理とそれを支える革新的解体技術開発による統合循環生産システムの構築)」委託研究事業、産業技術力強化法第17条第1項の適用を受ける特許出願</p>	<p>(71)出願人 504159235 国立大学法人 熊本大学 熊本県熊本市中央区黒髪二丁目39番1号</p> <p>(71)出願人 390001421 学校法人早稲田大学 東京都新宿区戸塚町1丁目104番地</p> <p>(74)代理人 100165179 弁理士 田▲崎▼ 聡</p> <p>(74)代理人 100188558 弁理士 飯田 雅人</p> <p>(74)代理人 100175824 弁理士 小林 淳一</p> <p>(74)代理人 100152272 弁理士 川越 雄一郎</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	--

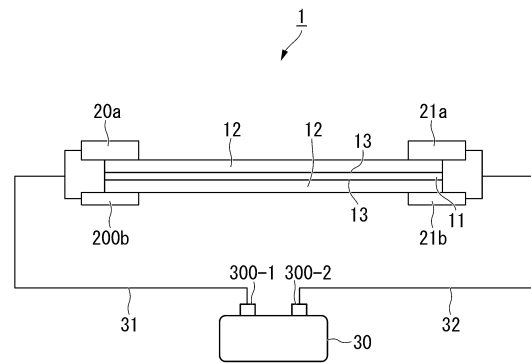
(54)【発明の名称】パルス電流発生装置及びパルス電流発生方法

(57)【要約】

【課題】効率よく積層体の材料を分離する。

【解決手段】薄膜と接続され、前記薄膜にパルス電流を印加することで前記薄膜と前記薄膜に接着される結着層とを分離するパルス電流発生装置であって、前記薄膜と前記結着層とを接着する接着剤の温度が融点に達するタイミングで、前記パルス電流を遮断する、パルス電流発生装置。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

薄膜と接続され、前記薄膜にパルス電流を印加することで前記薄膜と前記薄膜に接着される結着層とを分離するパルス電流発生装置であって、
前記薄膜と前記結着層とを接着する接着剤の温度が融点に達するタイミングで、前記パルス電流を遮断する、
パルス電流発生装置。

【請求項2】

前記接着剤の温度が融点に達するタイミングは、前記薄膜、前記結着層及び前記接着剤の熱伝導のシミュレーションにより算出される、
請求項1に記載のパルス電流発生装置。

10

【請求項3】

薄膜にパルス電流を印加することで前記薄膜と前記薄膜に接着される結着層とを分離するパルス電流発生方法であって、
前記薄膜と前記結着層とを接着する接着剤の温度が融点に達するタイミングで、前記パルス電流を遮断する、
パルス電流発生方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パルス電流発生装置及びパルス電流発生方法に関する。

20

【背景技術】

【0002】

効率よく資源を回収するために、リチウムイオン電池などの積層体から有用物質を回収することが求められている。積層体の材料を分離する方法として、高電圧パルスを印加する方法が知られている（例えば特許文献1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2022-106024号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、減衰振動のある電流を対象物に流した場合、効率よく積層体の材料を分離できないことがある。

本発明の目的は、効率よく積層体の材料を分離するパルス電流発生装置及びパルス電流発生方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の一態様は、薄膜と接続され、前記薄膜にパルス電流を印加することで前記薄膜と前記薄膜に接着される結着層とを分離するパルス電流発生装置であって、前記薄膜と前記結着層とを接着する接着剤の温度が融点に達するタイミングで、前記パルス電流を遮断する、パルス電流発生装置である。

40

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、効率よく積層体の材料を分離することができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】積層体に接続されたパルス電流発生装置を示す図である。

【図2】電極が積層体を挟み込んで接触している状態の上面模式図である。

50

【図3】積層体に接続されたパルス電流発生装置を示す別の図である。

【図4】熱伝導のシミュレーション結果の一例を示す図である。

【図5】パルス電流発生装置が薄膜に流す電流を示す図である。

【図6A】実験結果を示す図である。

【図6B】実験結果を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について詳しく説明する。

図1は、積層体に接続されたパルス電流発生装置30を示す図である。図1において、積層体1は、薄膜11、結着層12及び接着剤13からなる、積層体1は例えばチウムイオンバッテリーの正極であり、薄膜11はアルミ箔、結着層12は正極活物質(Positive Electrode Active Material, PEAM)、接着剤13はPVDFである。この積層体1の端部を電極20a、20b、21a、および21bにより挟み込んで、これら電極を積層体1に接触させる。図2は、電極が積層体1を挟み込んで接触している状態の上面模式図である。図1および2において、正電極および負電極の双方とも面で積層体1に接触している。これら電極は、ケーブル31および32を介してパルス電流発生装置30の出力端子300に接続される。パルス電流発生装置30は、出力端子300からパルス電流を出力し、積層体1にパルス電流を流す。パルス電流発生装置30の回路構成については、所望のパルス電流を出力できればよく、限定されない。

10

【0009】

図3は、積層体に接続されたパルス電流発生装置30を示す別の図である。図3において、電極22および23は薄膜11に「点」で接触している。図3において、積層体1は固定具40a、40b、41a、および41bにより挟み込んで固定されている。高電圧パルス発生装置30は、積層体1に図1に示される面で接触された電極又は図3に示される点で接触された電極により、薄膜11にパルス電流を流す。電極22および23が結着層12に接触し、結着層12に電流を流してもよい。

20

【0010】

薄膜11にパルス電流が流れると、薄膜11が熱を発生し、結着層12や接着剤13にも熱が伝導する。薄膜11から結着層12や接着剤13への熱伝導は、熱伝導シミュレーションモデルを作成することでシミュレートすることができる。

30

【0011】

以下、薄膜11がアルミ箔、結着層12がPEAMである場合の熱伝導を示す式について説明する。

以下の式において、 T' は温度を示し、 T は1つ前のステップにおける温度を示す。 c は比熱を示し、 m は質量を示し、 ρ は密度を示し、 k は熱伝導率を示し、 dt は時間分解能を示し、 dx は厚さ分解能を示す。

T' 、 T 、 c 、 m 、 ρ 、 k には下付き文字をつけ区別する。下付き文字としてAlを付けた場合、アルミ箔のパラメータであることを示す。下付き文字としてPEを付けた場合、PEAMのパラメータであることを示す。下付き文字としてintを付けた場合、PEAMの接着剤13の界面のパラメータであることを示す。下付き文字としてmidを付けた場合、PEAMの中間層のパラメータであることを示す。下付き文字としてsurを付けた場合、PEAMの接着剤13と反対側の表面のパラメータであることを示す。下付き文字としてBouを付けた場合、接着剤13のパラメータであることを示す。

40

【0012】

式(1)は、アルミ箔の温度 T'_{Al} を示す式である。式(2)は、パルス電流を流すことによるアルミ箔の温度上昇 dT_{Al} を示す式である。 R_{Al} は、アルミ箔の抵抗を示す。

I はアルミ箔に流れるパルス電流の大きさを示す。

50

【数1】

$$T'_{Al} = T_{Al} + \frac{k_{PE}}{c_{Al}\rho_{Al}}(T_{Bou} - T_{Al})\frac{dt}{dx^2} + dT_{Al} \quad \dots(1)$$

【数2】

$$dT_{Al} = \frac{R_{Al}I}{c_{Al}m_{Al}} \quad \dots(2) \quad 10$$

【0013】

式(3)は、接着剤13の温度 T'_{Bou} を示す式である。

【数3】

$$T'_{Bou} = T_{Bou} + \frac{k_{PE}}{c_{PE}\rho_{PE}}(T_{Al} - 2T_{Bou} + T_{int})\frac{dt}{dx^2} \quad \dots(3) \quad 20$$

【0014】

式(4)は、PEAMの接着剤13の界面の温度 T'_{int} を示す式である。

【数4】

$$T'_{int} = T_{int} + \frac{k_{PE}}{c_{PE}\rho_{PE}}(T_{Bou} - 2T_{int} + T_{mid})\frac{dt}{dx^2} \quad \dots(4)$$

【0015】

式(5)は、PEAMの中間層の温度 T'_{mid} を示す式である。

【数5】

$$T'_{mid} = T_{mid} + \frac{k_{PE}}{c_{PE}\rho_{PE}}(T_{int} - 2T_{mid} + T_{sur})\frac{dt}{dx^2} \quad \dots(5) \quad 30$$

【0016】

式(6)は、PEAMの接着剤13と反対側の表面の温度 T'_{sur} を示す式である。

【数6】

$$T'_{sur} = T_{sur} + \frac{k_{PE}}{c_{PE}\rho_{PE}}(T_{mid} - T_{sur})\frac{dt}{dx^2} + \frac{h}{c_{PE}\rho_{PE}}\frac{dt}{dx}(T_{\infty} - T_{sur}) \quad \dots(6) \quad 40$$

【0017】

式(1)から(6)を使用して、薄膜11、結着層12、接着剤13の温度をシミュレートすることができる。

【0018】

パルス電流発生装置30は、接着剤13の温度が融点に達するタイミングで、薄膜11に流すパルス電流を遮断する。接着剤13の温度は例えばシミュレーションにより式(3)により算出され、接着剤13の温度が融点に達するタイミングはシミュレーションにより取得することができる。パルス電流発生装置30は、接着剤13の温度が融点に達するタイミングで薄膜11に流すパルス電流を遮断することで、当該タイミング以降、薄膜11にエネルギーが加わるのを防ぐことができる。

薄膜11と結着層12とを分離するためには、接着剤13の温度を融点以上にして接着剤13を失活させる必要がある。しかしながら、薄膜11の温度を高くすると薄膜11由来の粒子が結着層12に不純物として混ざってしまうため、薄膜11の温度は低い方が薄膜11と結着層12を分離するためには望ましい。そのため、パルス電流発生装置30は、接着剤13の温度が融点に達するタイミングでパルス電流を遮断することで、薄膜11由来の粒子が結着層12に混ざるのを防ぎつつ、接着剤13を失活させることができる。

【0019】

図4は熱伝導のシミュレーション結果の一例を示す図である。接着剤13の温度が上昇し、時刻 T_1 に接着剤13の温度が融点に達している。図4に示す熱伝導のシミュレーションにおいて、時刻 T_1 以降は薄膜11にパルス電流を流していない。

【0020】

図5は、パルス電流発生装置30が薄膜11に流す電流を示す図である。パルス電流発生装置30は薄膜11にパルス電流を流すが、接着剤13の温度が融点に達する時刻 T_1 にパルス電流を遮断する。これにより、図4に示すような温度変化を接着剤13や薄膜11に発生させることができる。

【0021】

図6A及び図6Bは、実験結果を示す図である。図6Aは、パルス電流発生装置30が接着剤13の温度が融点に達する時刻にパルス電流を遮断した場合におけるアルミ箔を示す。図6Bは、接着剤13の温度が融点に達してからもパルス電流を流し続けた場合におけるアルミ箔を示す。

図6Aに示すアルミ箔は、結着層12が分離されているが、図6Bに示すアルミ箔は、結着層12を多く含み、分離するのが難しくなっている。

【0022】

〈他の実施形態〉

以上、図面を参照してこの発明の一実施形態について詳しく説明してきたが、具体的な構成は上述のものに限られることはなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲内において様々な設計変更等を行うことが可能である。

【符号の説明】

【0023】

1 分解の対象となる積層体、11 薄膜、12 結着層、13 接着剤、20a、20b、21a、21b 積層体に面で接触する電極、22、23 積層体に点で接触する電極、30 パルス電流発生装置、300 出力端子、301 電流源、302 スイッチング素子、303 コンデンサ、304 ダイオード、305 インダクタ、31、32 ケーブル、40a、40b、41a、41b 固定具

10

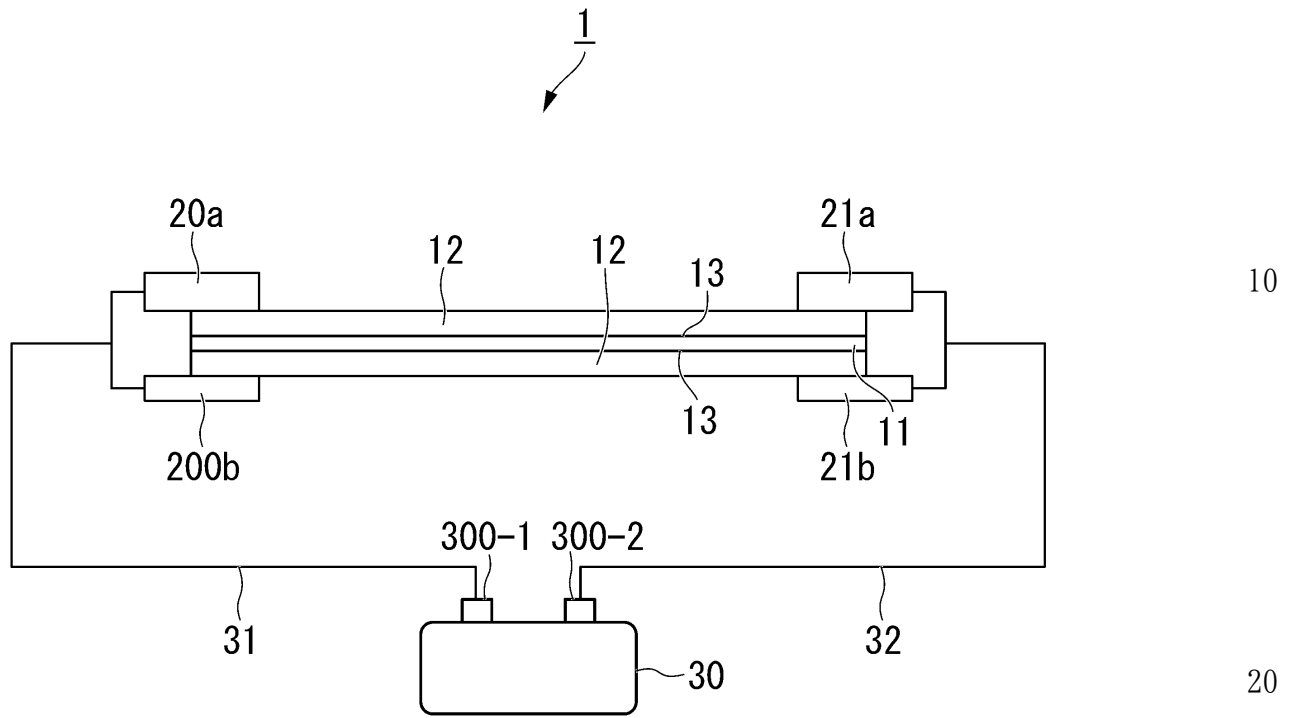
20

30

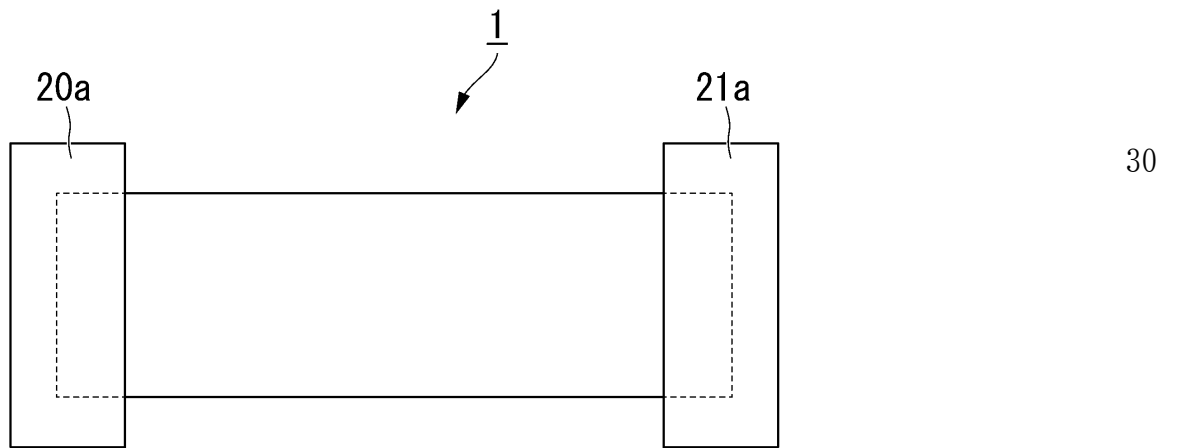
40

50

【図1】



【図2】



10

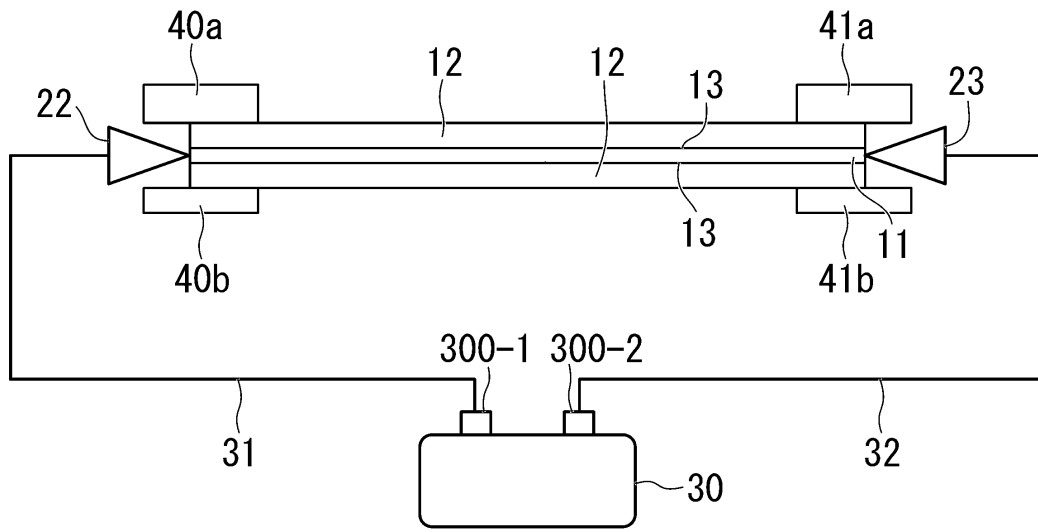
20

30

40

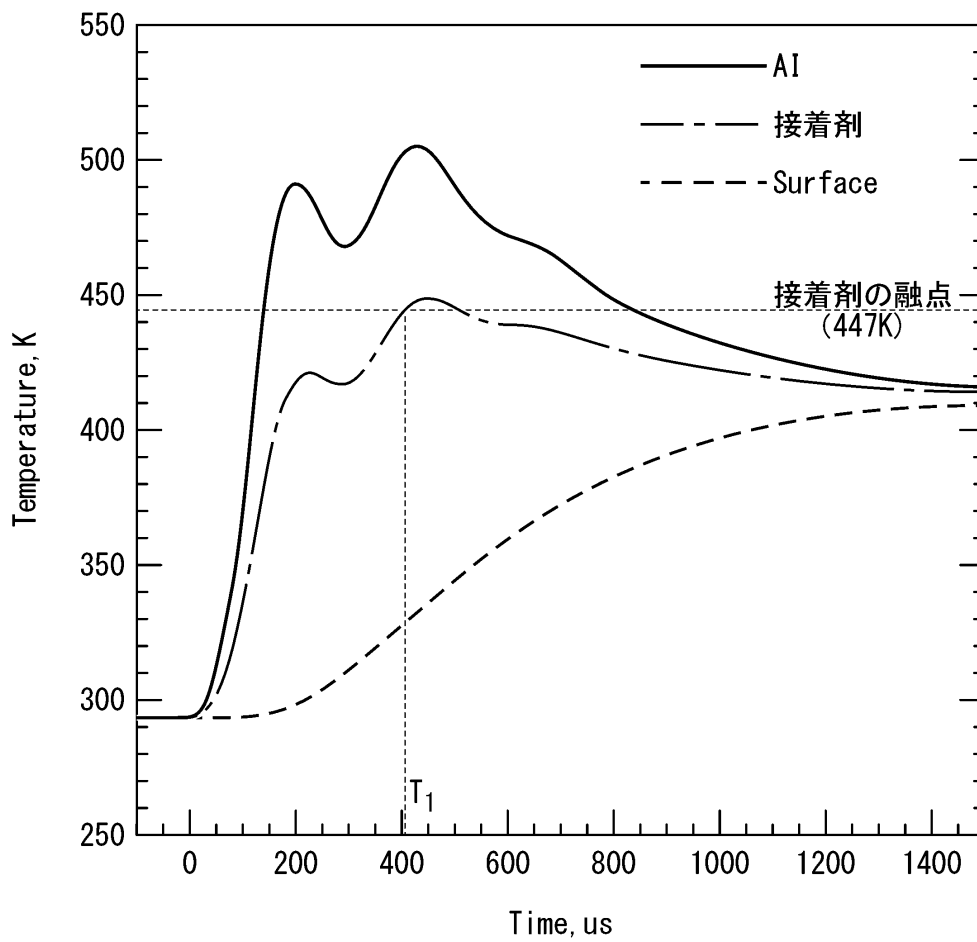
50

【図 3】



10

【図 4】



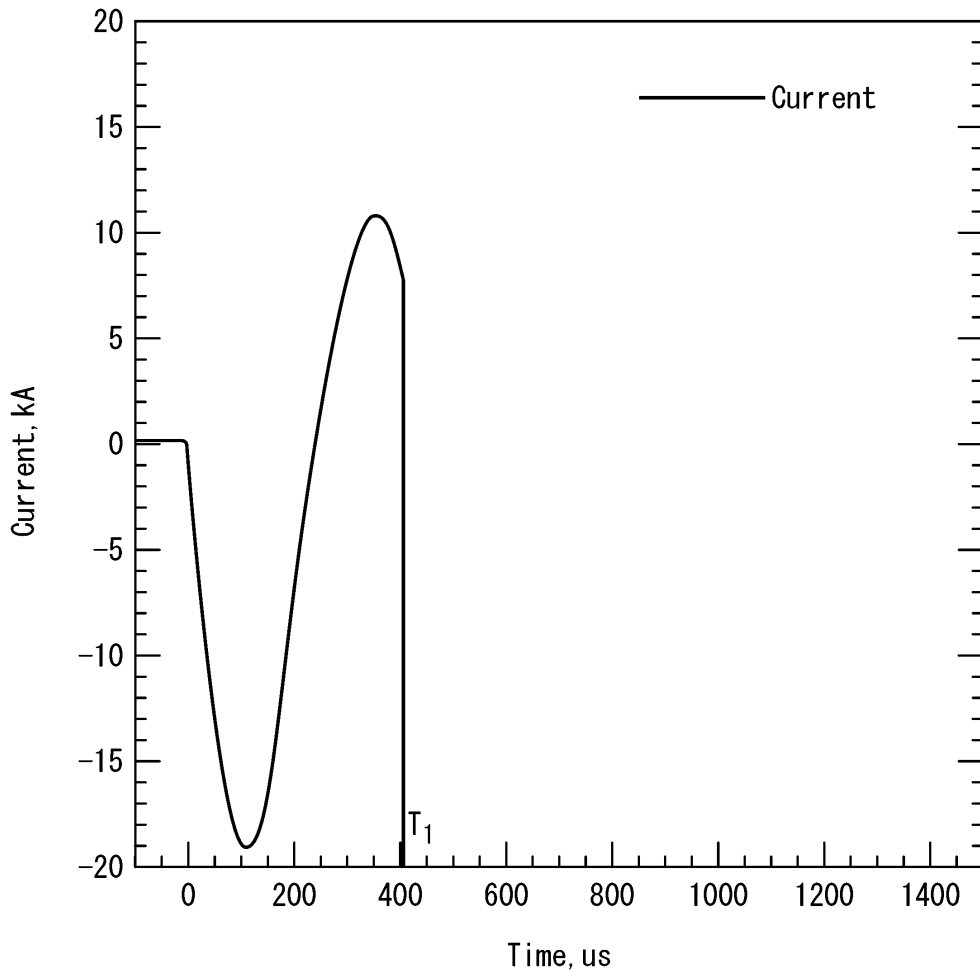
20

30

40

50

【図 5】



10

20

【図 6 A】

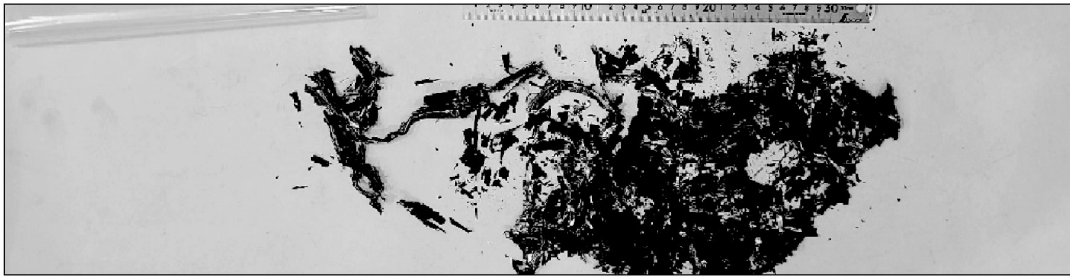


30

40

50

【図 6 B】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(74)代理人 100181722

弁理士 春田 洋孝

(72)発明者 浪平 隆男

熊本県熊本市中央区黒髪二丁目39番1号 国立大学法人熊本大学内

(72)発明者 所 千晴

東京都新宿区戸塚町1丁目104番地 学校法人早稲田大学内

(72)発明者 小坂 丈敏

東京都新宿区戸塚町1丁目104番地 学校法人早稲田大学内

(72)発明者 照屋 海人

東京都新宿区戸塚町1丁目104番地 学校法人早稲田大学内

Fターム(参考) 4D004 AA23 AB03 AB05 CA12 CA22 CB31 DA02 DA06