

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7616194号
(P7616194)

(45)発行日 令和7年1月17日(2025.1.17)

(24)登録日 令和7年1月8日(2025.1.8)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 M 10/54 (2006.01)

H 0 1 M 10/54

請求項の数 4 (全9頁)

(21)出願番号	特願2022-185012(P2022-185012)	(73)特許権者	000003207
(22)出願日	令和4年11月18日(2022.11.18)		トヨタ自動車株式会社
(65)公開番号	特開2024-73986(P2024-73986A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43)公開日	令和6年5月30日(2024.5.30)	(74)代理人	110003199
審査請求日	令和5年12月13日(2023.12.13)		弁理士法人高田・高橋国際特許事務所
		(72)発明者	磯村 圭祐
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式社内
		(72)発明者	村松 健一郎
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式社内
		(72)発明者	則竹 一樹
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式社内
		審査官	山口 大

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 破碎・分級装置及び電極材の破碎・分級方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

二次電池の電極材が投入される破碎室と、
前記破碎室内に配置され、駆動力を受けて回転する回転軸と、
前記回転軸に一端を回動可能に繋がれ、前記回転軸の回転に伴う遠心力を受けて前記破碎室内を回転する棒状或いは鎖状の打撃体と、
前記破碎室の壁面に設けられ、破碎された前記電極材を分級するスクリーンと、を備え、
前記打撃体は、少なくとも先端に、曲率半径が1mm以上9mm以下に丸められた縁部を備え、
前記スクリーンは、5mm以下の開き目を有する
とを特徴とする破碎・分級装置。

10

【請求項2】

請求項1に記載の破碎・分級装置において、
前記打撃体は、回転時に前記電極材に当たり得る部位全体に、曲率半径が1mm以上9mm以下に丸められた縁部を備える
ことを特徴とする破碎・分級装置。

【請求項3】

請求項1又は2に記載の破碎・分級装置において、
前記縁部は、曲率半径が4mm以上8mm以下に丸められている
ことを特徴とする破碎・分級装置。

20

【請求項 4】

処理対象物が投入される破砕室と、
前記破砕室内に配置され、駆動力を受けて回転する回転軸と、
前記回転軸に一端を回動可能に繋がれ、前記回転軸の回転に伴う遠心力を受けて前記破砕室内を回転する棒状或いは鎖状の打撃体と、
前記破砕室の壁面に設けられ、破砕された前記処理対象物を分級するスクリーンと、を備える破砕・分級装置を用いて二次電池の電極材を破砕・分級する方法であって、
前記打撃体は、少なくとも先端に、曲率半径が 1 mm 以上 9 mm 以下に丸められた縁部を備え、
前記スクリーンは、5 mm 以下の開き目を有し、
前記方法は、
前記電極材を前記破砕室に投入するステップと、
前記打撃体を所定時間回転させて前記電極材を破砕するステップと、
破砕された前記電極材を前記スクリーンで篩分けするステップと、
破砕された前記電極材から篩分けされた粉体と、前記破砕室内の残留物とを別々に回収するステップと、を含む
ことを特徴とする電極材の破砕・分級方法。

10

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本開示は、二次電池の電極材を破砕し分級する技術に関する。

20

【背景技術】**【0002】**

ニッケル水素電池、リチウムイオン電池などの二次電池の電極材をリサイクルする際、電極材にペーストとして塗られている活物質を集電体から分離し回収する必要がある。その最も安価なプロセスとして、電極材を破砕し、活物質を含む粉体を篩分けして回収する方法が存在するが、活物質を十分に剥離させるためには、時間をかけ細かく粉砕しなければならない。

【0003】

特許文献 1 には、リチウムイオン電池用の正極材から集電体及び正極活物質を分離回収する方法が開示されている。その方法では、まず、正極材の裁断が行われる。次に、裁断後の正極材が目開き 100 ~ 200 mm の篩で篩別され、篩下側において正極材が回収される。そして、回収された正極材に対して衝撃力を与えることにより集電体から正極活物質が剥離される。さらに、正極材の目開き 0.1 ~ 1.0 mm の篩による篩別が行われ、篩上側において集電体が回収され、篩下側において正極活物質が回収される。

30

【0004】

しかし、特許文献 1 に開示された方法では、正極材を細かく破砕できるものの、回収した活物質を含む粉体へのコンタミが増える虞や、活物質を含む粉体が非回収物に再圧着して歩留まりが落ちる虞がある。さらには、非回収物同士の分別性が悪化する虞もある。

【0005】

なお、本開示に関連する技術分野の技術水準を示す文献としては、特許文献 1 の他にも特許文献 2 を例示することができる。

40

【先行技術文献】**【特許文献】****【0006】**

【文献】特開 2013 - 139592 号公報

【文献】特開 2013 - 211234 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

50

本開示は、上記の課題に鑑みてなされたものである。本開示の１つの目的は、二次電池の電極材に含まれる活物質の回収性を向上させることにある。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

本開示は上記目的を達成するための破碎・分級装置を提供する。本開示の破碎・分級装置は、二次電池の電極材が投入される破碎室と、破碎室内に配置され、駆動力を受けて回転する回転軸と、回転軸に一端を回転可能に繋がれ、回転軸の回転に伴う遠心力を受けて破碎室内を回転する棒状或いは鎖状の打撃体と、破碎室の壁面に設けられ、破碎された前記電極材を分級するスクリーンと、を備える。打撃体は、少なくとも先端に、曲率半径１mm以上９mm以下に丸められた縁部を備える。スクリーンは、５mm以下の開き目を有する。

10

【０００９】

本開示は上記目的を達成するための電極材の破碎・分級方法を提供する。本開示の電極材の破碎・分級方法は、上記破碎・分級装置を用いて二次電池の電極材を破碎・分級する方法である。本開示の電極材の破碎・分級方法は、電極材を破碎室に投入するステップと、打撃体を所定時間回転させて電極材を破碎するステップと、破碎された電極材をスクリーンで篩分けするステップと、破碎された電極材から篩分けされた粉体と、破碎室内の残留物とを別々に回収するステップと、を含む。

【発明の効果】

【００１０】

20

本開示の技術によれば、電極材は過度に微細化しないように適度に破碎されるので、電極材から剥離した活物質を含む粉体への非回収物質のコンタミは抑えられる。また、活物質を含む粉体が非回収物に再圧着して歩留まりが落ちることも抑えられる。これにより、電極材からの活物質の回収性は向上する。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】本開示の実施形態に係る二次電池の解体工程を示す図である。

【図２】本開示の実施形態に係るハンマークラッシャーの構成を示す図である。

【図３】本開示の実施形態に係るチェーンクラッシャーの構成を示す図である。

【図４】ハンマーの角Ｒと活物質の剥離率との関係の確認結果を示す図である。

30

【図５】ハンマーの回転速度と活物質の剥離率との関係の確認結果を示す図である。

【図６】本開示の実施形態に係るハンマークラッシャーによる剥離試験の結果を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１２】

１．二次電池の解体工程

二次電池の解体は、二次電池を構成する各種の物質の中からリサイクル可能な物質を取り出すとともに、有害な物質を安全に回収する目的で行われる。リサイクルされる物質は、電極材に使用されている活物質、特に、高価な正極活物質であってブラックマスの形態で回収される。また、鉄、銅、アルミもリサイクルのために回収される。電解液は有害物質として回収される。

40

【００１３】

図１は本実施形態に係る二次電池の解体工程を示す。本実施形態に係る二次電池の解体工程は、放電工程Ｓ１０、一次破碎工程Ｓ２０、乾燥工程Ｓ３０、二次破碎工程Ｓ４０、篩工程Ｓ５０、及び機械選別工程Ｓ６０からなる。以下、本実施形態に係る二次電池の解体工程について説明する。

【００１４】

放電工程Ｓ１０では、二次電池を放電させることが行われる。二次電池を放電させる理由は、後工程での二次電池の破碎時、短絡による発熱によってセパレータが溶融することを防ぐためである。溶融したセパレータの電極材への溶着はリサイクル性を悪化させる。

50

【 0 0 1 5 】

一次破碎工程 S 2 0 では、二次電池のケースを破碎して内部の電極材を露出させることが行われる。電極材を露出させることで、電極材に付着している電解液を蒸発させて電極材を乾燥させることが可能となる。二次電池の破碎方法としては、例えば、シュレッダーによって二次電池のケースを裁断する方法が用いられる。

【 0 0 1 6 】

乾燥工程 S 3 0 では、露出した電極材を乾燥させ、その過程において電解液を回収することが行われる。

【 0 0 1 7 】

二次破碎工程 S 4 0 では、乾燥後の電極材を破碎して集電体から活物質を剥離させることが行われる。二次破碎工程 S 4 0 では、電極体を加熱しながら破碎を行ってもよい。乾燥後の電極材の破碎には、後述するハンマークラッシャーやチェーンクラッシャー等の破碎・分級装置が用いられる。集電体から活物質が剥離するのに必要十分な一定時間、破碎・分級装置を運転することによって電極材を破碎する。

10

【 0 0 1 8 】

篩工程 S 5 0 は、二次破碎工程 S 4 0 で破碎された物体を選別する工程である。篩工程 S 5 0 では、破碎された物体の中から粉体が選別される。粉体は活物質を主成分とするブラックマスである。粉体の選別には、後述するハンマークラッシャーやチェーンクラッシャー等の破碎・分級装置が用いられる。破碎・分級装置内に残った残留物、例えば、鉄、アルミ、銅、樹脂は、機械選別工程 S 6 0 において機械的に物質ごとに選別される。

20

【 0 0 1 9 】

2 . 破碎・分級装置

2 - 1 . ハンマークラッシャー

図 2 A は、破碎・分級装置としての本実施形態に係るハンマークラッシャーの構成を示す図である。ハンマークラッシャー 1 0 は、本体 1 2 の内部に破碎室 1 4 を備える。破碎室 1 4 には投入蓋 1 6 が設けられている。破碎対象物である二次電池は投入蓋 1 6 を開けて破碎室 1 4 内に投入される。

【 0 0 2 0 】

破碎室 1 4 内には、図示しないモータからの駆動力を受けて回転する回転軸 2 4 が配置されている。回転軸 2 4 にはロータ 2 6 が取り付けられている。ロータ 2 6 の周部には、複数のハンマー 3 0 が軸 2 8 を介して回動可能に繋がれている。ロータ 2 6 は、回転軸 2 4 の軸方向に複数取り付けられ、各ロータ 2 6 にハンマー 3 0 が取り付けられている。ハンマー 3 0 は、回転軸 2 4 が回転したとき、回転軸 2 4 の回転に伴う遠心力を受けて破碎室 1 4 内を回転する打撃体である。また、破碎室 1 4 の内部には、ハンマー 3 0 との間で破碎対象物をせん断する固定刃 3 2 が設けられている。

30

【 0 0 2 1 】

図 2 B 及び図 2 C に示すように、ハンマー 3 0 の縁部には R (これを角 R という) が設けられている。角 R の曲率半径は好ましくは 1 mm 以上 9 mm 以下、より好ましくは 4 mm 以上 8 mm 以下である。角 R は、少なくともハンマー 3 0 の先端、好ましくは、ハンマー 3 0 の回転時に破碎対象物に当たり得る部位全体に設けられている。

40

【 0 0 2 2 】

破碎室 1 4 の底部には、破碎された破碎対象物を分級するためのスクリーン 2 0 が設けられている。スクリーン 2 0 は、破碎室 1 4 の壁面の一部を構成している。スクリーン 2 0 はメッシュでもよいしパンチングメタルでもよい。ただし、スクリーン 2 0 の開き目は 5 mm 以下と設定されている。より好ましい開き目のサイズは 1 mm 以下である。スクリーン 2 0 が図 2 D に示すようなメッシュである場合、その開口の最小幅を開き目のサイズと定義し、スクリーン 2 0 が円形の開口を有するパンチングメタルである場合、その開口の直径を開き目のサイズと定義する。スクリーン 2 0 は破碎室 1 4 の底蓋にもなっている。スクリーン 2 0 を開けることで、破碎室 1 4 の中の残留物を取り出すことができる。

【 0 0 2 3 】

50

なお、図 2 A に示すハンマークラッシャー 10 は、ハンマー 30 を垂直面内で回転させる縦回転型であるが、本開示の破碎・分級装置は、ハンマーを水平面内で回転させる横回転型のハンマークラッシャーにも適用可能である。また、ハンマーの個数について限定はなく、R を除くハンマーの形状についても限定はない。

【0024】

2 - 2 . チェーンクラッシャー

図 3 A は、破碎・分級装置としての本実施形態に係るチェーンクラッシャーの構成を示す図である。チェーンクラッシャー 40 は、本体 42 の内部に破碎室 44 を備える。破碎室 44 には投入蓋 46 が設けられている。破碎対象物である二次電池は投入蓋 46 を開けて破碎室 44 内に投入される。

【0025】

破碎室 44 内には、モータ 56 からの駆動力を受けて回転する回転軸 54 が配置されている。回転軸 54 には複数のチェーン 60 が取り付けられている。チェーン 60 は、回転軸 54 の軸方向に複数列に取り付けられている。チェーン 60 は、回転軸 54 が回転したとき、回転軸 54 の回転に伴う遠心力を受けて破碎室 44 内を回転する打撃体である。

【0026】

図 3 B に示すように、チェーン 60 の縁部には角 R が設けられている。角 R の曲率半径は好ましくは 1 mm 以上 9 mm 以下、より好ましくは 4 mm 以上 8 mm 以下である。角 R は、少なくともチェーン 60 の先端、好ましくは、チェーン 60 の回転時に破碎対象物に当たり得る部位全体に設けられている。

【0027】

破碎室 44 の底部には、破碎された破碎対象物を分級するためのスクリーン 50 が設けられている。スクリーン 50 は、破碎室 44 の壁面の一部を構成している。スクリーン 50 はメッシュでもよいしパンチングメタルでもよい。ただし、スクリーン 50 の開き目は 5 mm 以下と設定されている。より好ましい開き目のサイズは 1 mm 以下である。スクリーン 50 が図 3 C に示すようなメッシュである場合、その開口の最小幅を開き目のサイズと定義し、スクリーン 50 が円形の開口を有するパンチングメタルである場合、その開口の直径を開き目のサイズと定義する。スクリーン 50 は破碎室 44 の底蓋にもなっている。スクリーン 50 を開けることで、破碎室 44 の中の残留物を取り出すことができる。

【0028】

なお、図 3 A に示すチェーンクラッシャー 40 は、チェーン 60 を水平面内で回転させる横回転型であるが、本開示の破碎・分級装置は、チェーンを鉛直面内で回転させる縦回転型のチェーンクラッシャーにも適用可能である。また、チェーンの本数について限定はなく、チェーンを構成する金輪の個数についても限定はない。

【0029】

3 . 試験結果

3 - 1 . ハンマーの角 R の好適な範囲を調べる試験

図 4 は、ハンマークラッシャー 10 のハンマー 30 の角 R と活物質の剥離率との関係の確認結果を示す図である。試験では、スクリーン 20 は開き目が 5 mm のものが用いられ、ハンマー 30 の回転速度は 1100 rpm に設定された。試験片として、高出力型のリチウムイオン電池 (Li2.1) が用いられた。

【0030】

試験はハンマー 30 の角 R が 1 mm の場合について 2 回、6 mm の場合について 3 回、9 mm の場合について 2 回、12 mm の場合について 1 回行われた。試験の結果、ハンマー 30 の角 R が 1 mm であれば約 62 % 以上の剥離率を得られることが確認できた。また、ハンマー 30 の角 R が 6 mm であれば約 87 % 以上の剥離率を得られることが確認できた。さらに、ハンマー 30 の角 R が 9 mm であれば約 72 % 以上の剥離率を得られることが確認できた。一方、ハンマー 30 の角 R が 12 mm であれば剥離率は約 42 % 程度まで低下することが確認できた。試験結果から直接確認できたことは、ハンマー 30 の角 R が 1 mm 以上 9 mm 以下の範囲であれば、60 % 以上の剥離率を得られることである。また

10

20

30

40

50

、図 4 に示す帯は、試験結果から予測されるハンマー 30 の角 R と剥離率との関係を示す予測帯である。この予測帯で示されるように、試験結果からは、ハンマー 30 の角 R が 4 mm 以上 8 mm 以下の範囲であれば、80 % 以上の剥離率を得られることが予測される。

【0031】

以上の確認結果から、好ましい剥離率を 60 % 以上とするのであれば、1 mm 以上 9 mm 以下の範囲の角 R が好ましいハンマー 30 の角 R であると結論付けることができる。また、好ましい剥離率を 80 % 以上とするのであれば、4 mm 以上 8 mm 以下の範囲の角 R が好ましいハンマー 30 の角 R であると結論付けることができる。

【0032】

3 - 2 . ハンマーの回転速度と剥離率との関係を調べる試験

10

図 5 は、ハンマークラッシャー 10 のハンマー 30 の回転速度と活物質の剥離率との関係の確認結果を示す図である。試験では、ハンマー 30 の角 R は 6 mm に設定された。複数の回転速度について試験をした結果、回転速度が高いほど剥離率も高くなり、回転速度が 1100 rpm のときに最も高い剥離率が得られた。ただし、これは剥離率がピークになる回転速度が 1100 rpm という意味ではない。1100 rpm 以上の回転速度では剥離率に大きな変化はないため、回転速度を 1100 rpm よりもさらに高くする必要はないという意味である。つまり、ハンマークラッシャー 10 のハンマー 30 の回転速度は、基本的には高いほど好ましいが、一定の回転速度を超えると剥離率の向上によるメリットよりも電力消費量の増大によるデメリットの方が大きくなる。

【0033】

20

3 - 3 . 活物質の剥離率を確認する試験

図 6 は、ハンマークラッシャー 10 による剥離試験の結果を示す図である。試験では、ハンマー 30 は角 R が 6 mm のものが用いられ、スクリーン 20 は開き目が 5 mm のものが用いられ、ハンマー 30 の回転速度は 1100 rpm に設定された。試験片には、リチウムイオン電池とニッケル水素電池が用いられた。

【0034】

剥離試験では、ハンマークラッシャー 10 で電極材を粉碎して集電体から活物質を剥離させ、その剥離率を調査することが行われた。剥離試験で用いられた試験片は、高出力型のリチウムイオン電池 (Li2.1)、中容量型のリチウムイオン電池 (Li3.A)、高容量型のリチウムイオン電池 (Li6.A)、及びニッケル水素電池 (Ni-MH) である。試験結果のグラフの横軸は、粉碎された電極材の粒子サイズである。試験結果は、全てのサンプルにおいて目標値である 80 % を超える剥離率が得られていることを示している。つまり、試験結果からは、ハンマークラッシャー 10 によれば、活物質を高い回収率で回収することができることが確認された。

30

【0035】

なお、以上のハンマークラッシャー 10 についての試験結果は、チェーンクラッシャー 40 にも当てはまると考えてよい。

【符号の説明】

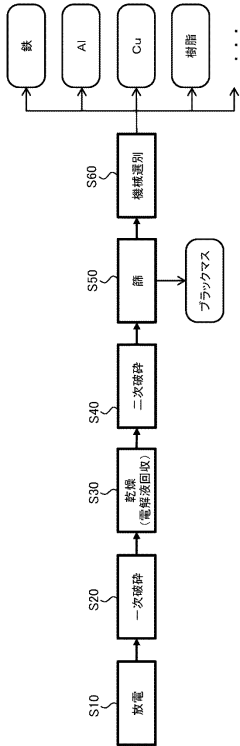
【0036】

10 ハンマークラッシャー、20 スクリーン、21 開き目、30 ハンマー、40 チェーンクラッシャー、50 スクリーン、51 開き目、60 チェーン

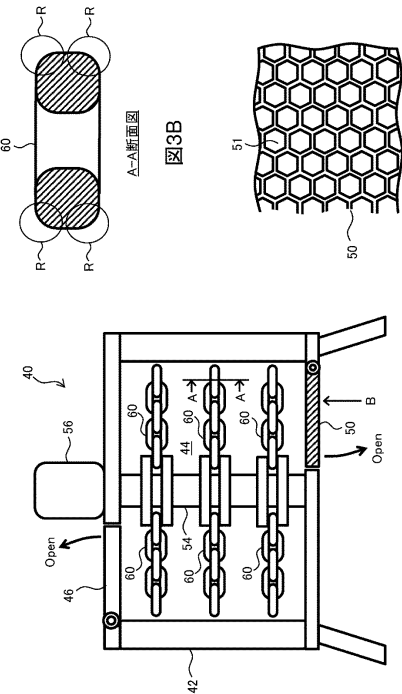
40

【図面】

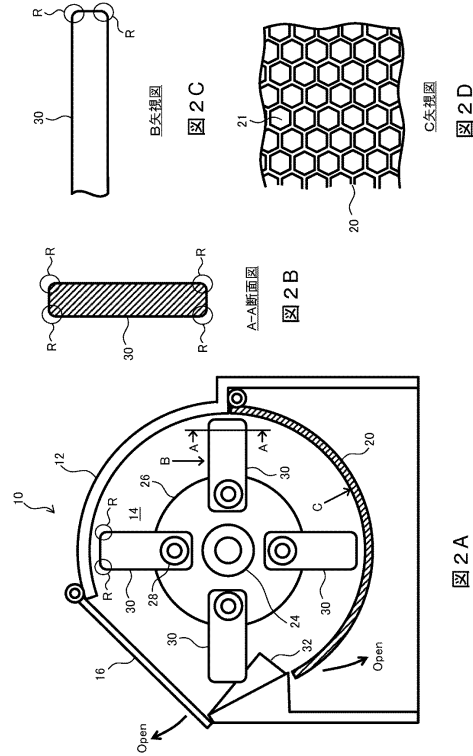
【図 1】



【図 3】

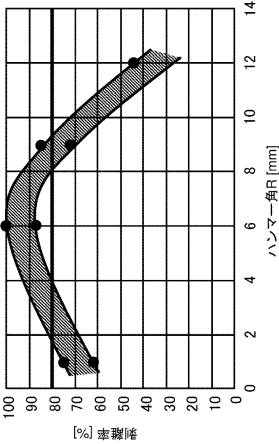


【図 2】

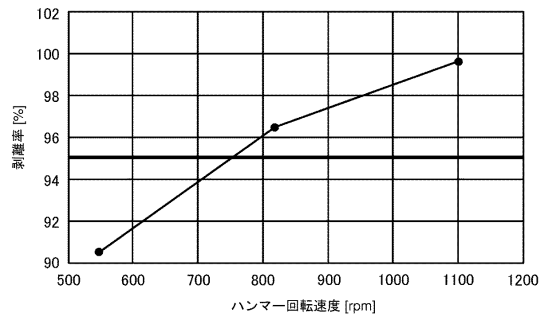


【図 4】

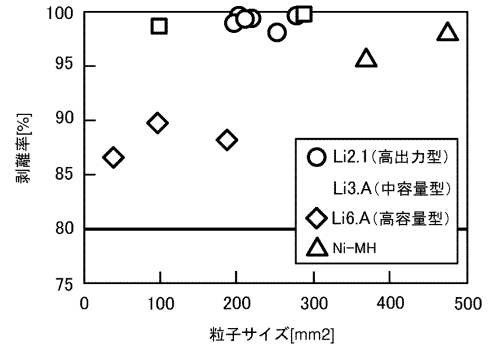
ハンマー 角R [mm]	粉砕サイズ [mm ²]	剥離率 [%]
1	26.6	62.4
1	9.9	75.1
6	200.4	99.6
6	185.3	99.9
6	113.8580757	87.36358348
9	111.3056828	72.10453734
9	163.5417745	83.85090756
12	610.0278198	42.3434416



【図 5】



【図 6】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 0 - 0 2 1 0 2 0 (J P , A)
 特開 2 0 1 2 - 2 3 6 7 4 6 (J P , A)
 特開 2 0 2 0 - 1 7 5 3 1 0 (J P , A)
 特開平 1 0 - 1 1 6 6 3 3 (J P , A)
 欧州特許出願公開第 4 1 1 5 9 9 9 (E P , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
 H 0 1 M 1 0 / 5 4