

明 細 書

発明の名称：

重金属処理剤とそれを用いた焼却灰及び廃水処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、重金属処理剤に関する。

背景技術

[0002] 都市ごみや産業廃棄物等の焼却処理の際に発生する焼却灰（飛灰（ばいじん）及び主灰（もえがら））中には、人体に有害な重金属が含有されている場合がある。例えば、都市ごみ焼却施設において焼却した際に発生する飛灰中には重金属が含有され、この重金属が地下水、河川、海水に溶出すると重大な環境汚染を生じるため、飛灰は、特別管理一般廃棄物として薬剤処理等の中間処理が義務付けられている。重金属を含有する飛灰は、埋め立て処理を行った後に、雨水等によって重金属が溶出してしまうため、飛灰中に固定化して溶出を抑制する方法が一般的に用いられている。薬剤処理による方法は、薬剤と水と飛灰を混練し、有害な重金属を固定化する方法である。この目的で用いられる薬剤としては、ジチオカルバミン酸塩等の有機キレート剤や、鉄化合物等の無機系薬剤がある。

[0003] 工業廃水、事業場廃水等の水から、重金属を分離、回収して、水の浄化、無害化、前記重金属の再利用等のために様々な処理が行われている。

廃水等に含まれる金属を除去する従来の方法としては、例えば中和凝集沈殿法、イオン浮選法、イオン交換法、電解浮上法、電気透析法、吸着法、逆浸透法等が知られている。しかしながら、中和凝集沈殿法では、フロックの形成が不十分であったり、生成した大量の金属水酸化物スラッジを処理しなければならないという作業上の問題や、廃棄したスラッジ中から金属イオンが河川、海水中等に再溶出して二次公害を引き起こしたり、廃水中の金属イオン濃度を国が制定する基準値以下にすることが容易でない等の問題があり、またイオン浮選法、イオン交換法、電解浮上法、電気透析法、吸着法、逆

浸透法等の場合には、金属の除去率、操作性、ランニングコスト等に問題があった。このため、これらの方法に代わって有機キレート剤等の金属捕集剤を用いて廃水中の金属を捕集除去する方法が広く利用されるようになっていく。

- [0004] 従来、焼却灰（飛灰（ばいじん）及び主灰（もえがら））や廃水等に含まれる重金属の処理には、エチレンジアミン、ジエチレントリアミン、ピペラジン等のアミン化合物を原料とするジチオカルバミン酸塩が重金属処理剤（金属捕集剤）として使用されている（特許文献1、2）。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：特開平6－79254号公報
特許文献2：特開平8－224560号公報

発明の概要

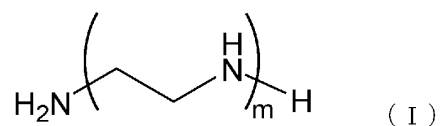
発明が解決しようとする課題

- [0006] しかしながら、従来技術においては焼却灰処理や廃水処理等の重金属処理性能において、特に焼却灰処理においては焼却灰からの溶出抑制、廃水処理においては重金属捕集性能やフロック形成能の向上の更なる改良が望まれていた。
- [0007] 本発明は、以上のような事情に鑑みてなされたものであり、焼却灰処理や廃水処理等をはじめとする周期表の第6～16族の元素又はその化合物の処理性能を改良した新規な重金属処理剤とそれを用いた焼却灰及び廃水処理方法を提供することを課題としている。

課題を解決するための手段

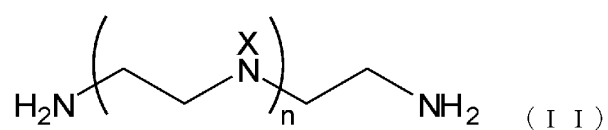
- [0008] 前記の課題を解決するものとして、以下の発明を開示する。
- [1] 次の式（I）～式（III）のいずれかで表されるアミン化合物のうち少なくとも1種のジチオカルバミン酸塩を含む重金属処理剤。

[化1]



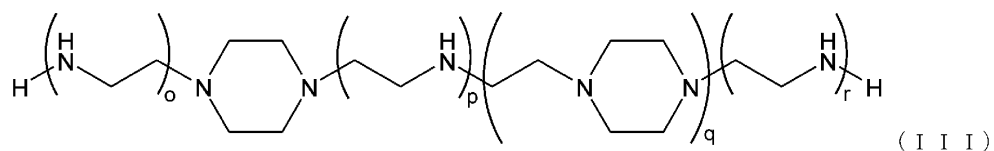
(式中、mは3～6の整数を示す。)

[化2]



(式中、n個のXはそれぞれ独立に水素原子又は2-アミノエチル基を示し、少なくとも1つが2-アミノエチル基であり、nは1～3の整数を示し、全窒素原子の数は4～8である。)

[化3]

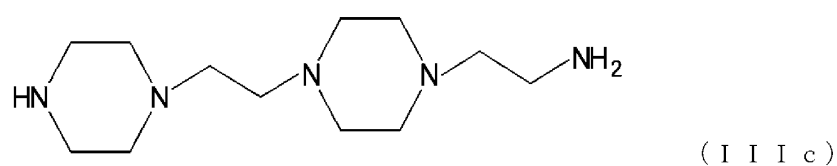
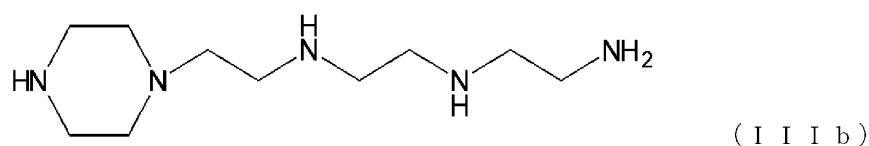
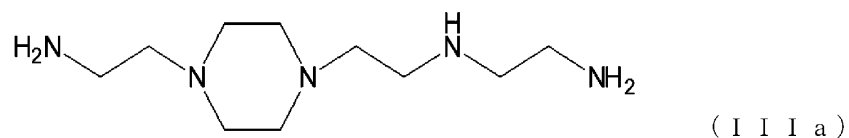


(式中、oは0～2の整数、pは0又は1、qは0又は1、rは0～3の整数を示し、oとpとrの和は1以上であり、全窒素原子の数は3～7である。)

[2] 前記アミン化合物が、前記式(I I I)で表されるアミン化合物を含む前記[1]の重金属処理剤。

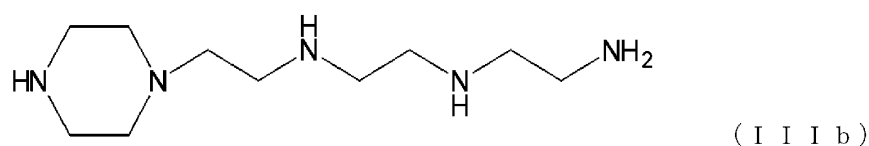
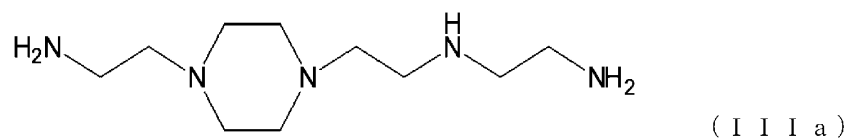
[3] 前記アミン化合物が、前記式(I I I)で表されるアミン化合物として、次の式(I I I a)、式(I I I b)及び式(I I I c)で表される各々のアミン化合物から選ばれる少なくとも1種を含む前記[2]の重金属処理剤。

[化4]



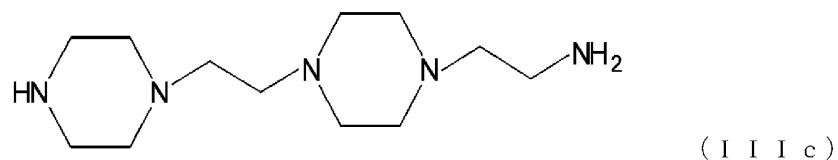
[4] 前記アミン化合物が、前記式 (I I I) で表されるアミン化合物として、次の式 (I I I a) 及び式 (I I I b) で表される各々のアミン化合物を含む前記 [2] 又は [3] の重金属処理剤。

[化5]



[5] 前記アミン化合物が、前記式 (I I I) で表されるアミン化合物として、更に次の式 (I I I c) で表されるアミン化合物を含む前記 [4] の重金属処理剤。

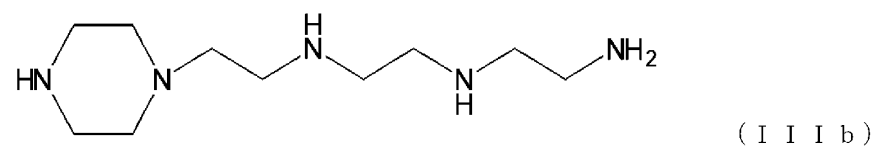
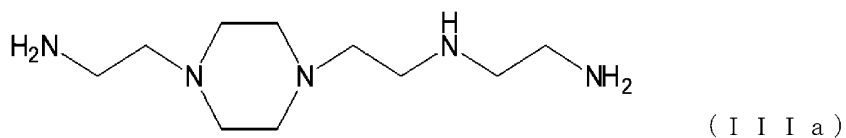
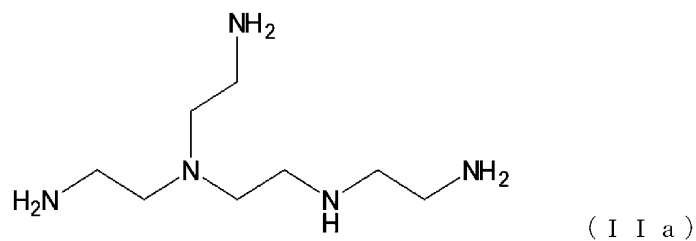
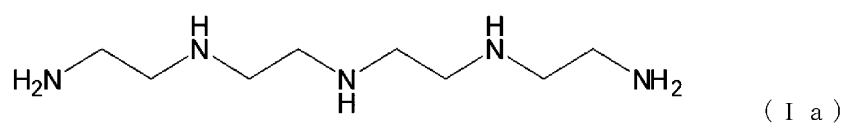
[化6]



[6] 前記アミン化合物が、前記式 (I)、前記式 (II)、及び前記式 (III) で表される各々のアミン化合物を含む前記 [1] ~ [5] のいずれか一つの重金属処理剤。

[7] 前記アミン化合物が、前記式 (I) ~ 式 (III) のいずれかで表されるアミン化合物として、次の式 (I a)、式 (II a)、式 (III a)、及び式 (III b) で表される各々のアミン化合物を含む前記 [6] に記載の重金属処理剤。

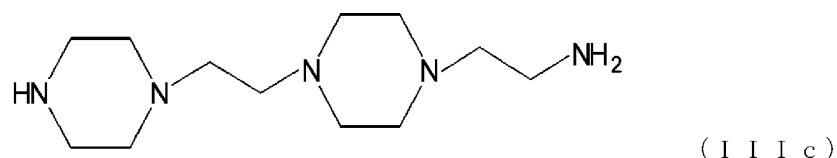
[化7]



[8] 前記アミン化合物が、前記式 (III) で表されるアミン化合物と

して、更に次の式（ⅠⅠⅠc）で表されるアミン化合物を含む前記〔7〕の重金属処理剤。

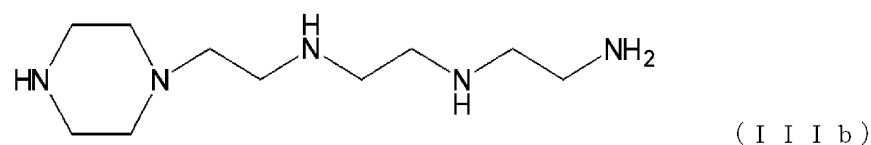
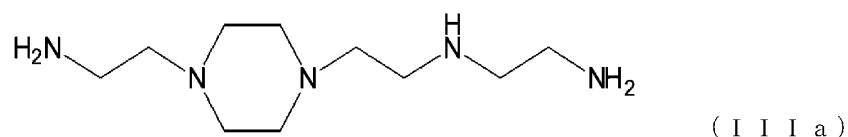
〔化8〕



〔9〕 前記アミン化合物が、前記式（ⅠⅠⅠ）で表されるアミン化合物を含み、前記式（ⅠⅠⅠ）で表されるアミン化合物の量が、10.0%以上80.0%以下である前記〔1〕～〔8〕のいずれか一つの重金属処理剤。

〔10〕 前記アミン化合物が、前記式（ⅠⅠⅠ）で表されるアミン化合物として、次の式（ⅠⅠⅠa）及び式（ⅠⅠⅠb）で表される各々のアミン化合物を含み、前記式（ⅠⅠⅠa）のアミン化合物及び前記式（ⅠⅠⅠb）のアミン化合物の合計量が、10.0%以上50.0%以下である前記〔1〕～〔9〕のいずれか一つの重金属処理剤。

〔化9〕



〔11〕 前記アミン化合物が、前記式（ⅠⅠ）で表されるアミン化合物を含み、前記式（ⅠⅠ）で表されるアミン化合物の量が、5.0%以上30.0%以下である前記〔1〕～〔10〕のいずれか一つの重金属処理剤。

〔12〕 前記ジチオカルバミン酸塩がジチオカルバミン酸ナトリウム塩である前記〔1〕～〔11〕のいずれか一つの重金属処理剤。

〔１３〕 処理対象が周期表の第６～１６族の元素又はその化合物である前記〔１〕～〔１２〕のいずれか一つの重金属処理剤。

〔１４〕 前記〔１〕～〔１３〕のいずれか一つの重金属処理剤を、焼却灰に添加する工程を含む、周期表の第６、１２、１４族の少なくともいずれかの元素又はその化合物を含有する焼却灰の処理方法。

〔１５〕 前記焼却灰の環境庁１３号試験の溶出液のｐＨが１１．５以上である、前記〔１４〕の焼却灰の処理方法。

〔１６〕 前記〔１〕～〔１３〕のいずれか一つの重金属処理剤と、鉄系無機凝集剤及び／又はアルミニウム系無機凝集剤を被処理水に添加する工程を含む、周期表の第６～１６族の元素又はその化合物を含有する廃水の処理方法。

〔１７〕 前記〔１〕～〔１３〕のいずれか一つの重金属処理剤及び高分子凝集剤を被処理水に添加する工程を含む、周期表の第６～１６族の元素又はその化合物を含有する廃水の処理方法。

〔１８〕 前記〔１〕～〔１３〕のいずれか一つの重金属処理剤と、高分子凝集剤及び、鉄系無機凝集剤及び／又はアルミニウム系無機凝集剤を被処理水に添加する工程を含む、周期表の第６～１６族の元素又はその化合物を含有する廃水の処理方法。

発明の効果

〔０００９〕 本発明によれば、焼却灰処理や廃水処理等をはじめとする周期表の第６～１６族の元素又はその化合物の処理性能が改良され、特に焼却灰処理においては焼却灰の重金属溶出抑制能、廃水処理においては重金属捕集能、フロック形成能が向上した新規な重金属処理剤が提供される。また、第６～１６族の元素又はその化合物を含有する焼却灰の処理方法において、この新規な重金属処理剤を使用することにより、焼却灰の重金属溶出抑制能が向上した焼却灰処理方法が提供される。第６～１６族の元素又はその化合物を含有する廃水の処理方法において、この新規な重金属処理剤とそれに加えて凝集剤を使用することにより、重金属捕集能、フロック形成能が向上した廃水処理方

法が提供される。

発明を実施するための形態

[0010] 以下に、本発明の具体的な実施形態を説明する。

本発明の重金属処理剤は、前記式(1)～式(111)のいずれかで表されるアミン化合物のうち少なくとも1種のジチオカルバミン酸塩を含む。

本発明において、「アミン化合物のうち少なくとも1種のジチオカルバミン酸塩」とは、「アミン化合物のうち少なくとも1種を原料にして製造したジチオカルバミン酸塩」である。ジチオカルバミン酸塩は、原料のアミン化合物の窒素原子に結合した水素原子がジチオ酸塩で置換された化合物である。

[0011] 式(1)で表されるアミン化合物は、直鎖である。式中、mは3～6の整数を示す。周期表の第6～16族の元素又はその化合物の処理に優れ、あるいはそれに加えて重金属処理剤におけるジチオカルバミン酸塩の安定性と廃水処理におけるフロック形成の少なくともいずれかにも優れる点から、好ましくは、mは3～5であり、より好ましくは3～4であり、更に好ましくは4である。式(1)で表されるアミン化合物は、1種単独で使用してもよく、2種以上を組み合わせ使用してもよい。

[0012] 式(1)で表されるアミン化合物としては、特に限定されないが、例えば、トリエチレンテトラミン、テトラエチレンペンタミン、ペンタエチレンヘキサミン、ヘキサエチレンヘプタミン等が挙げられる。これらの中でも、周期表の第6～16族の元素又はその化合物の処理に優れ、あるいはそれに加えて重金属処理剤におけるジチオカルバミン酸塩の安定性と廃水処理におけるフロック形成の少なくともいずれかにも優れる点からトリエチレンテトラミン、テトラエチレンペンタミン、ペンタエチレンヘキサミンが好ましく、トリエチレンテトラミン、テトラエチレンペンタミンがより好ましく、テトラエチレンペンタミンが更に好ましい。

[0013] 式(11)で表されるアミン化合物は、分岐である。式中、n個のXはそれぞれ独立に水素原子又は2-アミノエチル基を示し、少なくとも1つが2

ーアミノエチル基であり、 n は1～3の整数を示し、全窒素原子の数は4～8である。周期表の第6～16族の元素又はその化合物の処理に優れ、あるいはそれに加えて重金属処理剤におけるジチオカルバミン酸塩の安定性と廃水処理におけるフロック形成の少なくともいずれかにも優れる点から、好ましくは、 n は1～2であり、より好ましくは、 n は2である。好ましくは、全窒素原子の数は4～6であり、より好ましくは、全窒素原子の数は5である。式(11)で表されるアミン化合物は、1種単独で使用してもよく、2種以上を組み合わせ使用してもよい。

[0014] 式(11)で表されるアミン化合物としては、特に限定されないが、例えば、トリス(2-アミノエチル)アミン、 N, N, N' -トリス(2-アミノエチル)エタン-1, 2-ジアミン、 N, N, N', N' -テトラ(2-アミノエチル)エタン-1, 2-ジアミン、 N, N -ビス-(2-アミノエチル)- N' -[2-[(2-アミノエチル) アミノ] エチル] エタン-1, 2-ジアミン、 N' -[2-[(2-アミノエチル) - [2-[(2-アミノエチル) アミノ] エチル] アミノ] エチル] エタン-1, 2-ジアミン、 N, N' -ビス-(2-アミノエチル)- N -[2-[ビス-(2-アミノエチル) アミノ] エチル] エタン-1, 2-ジアミン、 N, N -ビス-(2-アミノエチル)- N' -[2-[ビス-(2-アミノエチル) アミノ] エチル] エタン-1, 2-ジアミン等が挙げられる。これらの中でも、周期表の第6～16族の元素又はその化合物の処理に優れ、あるいはそれに加えて重金属処理剤におけるジチオカルバミン酸塩の安定性と廃水処理におけるフロック形成の少なくともいずれかにも優れる点からトリス(2-アミノエチル)アミン、 N, N, N' -トリス(2-アミノエチル)エタン-1, 2-ジアミン、 N, N, N', N' -テトラ(2-アミノエチル)エタン-1, 2-ジアミンが好ましく、 N, N, N' -トリス(2-アミノエチル)エタン-1, 2-ジアミンがより好ましい。

[0015] 式(111)で表されるアミン化合物は、環状と直鎖の組み合わせである。式中、 o は0～2の整数、 p は0又は1、 q は0又は1、 r は0～3の整

数を示し、 o と p と r の和は1以上であり、全窒素原子の数は3～7である。

- [0016] 周期表の第6～16族の元素又はその化合物の処理に優れ、あるいはそれに加えて重金属処理剤におけるジチオカルバミン酸塩の安定性と廃水処理におけるフロック形成の少なくともいずれかにも優れる点から、好ましくは、 o は0又は1、 p は0又は1、 q は0又は1、 r は0～3の整数である。より好ましくは、 o は0又は1、 p は0、 q は0又は1、 r は0～3の整数である。更に好ましくは、 o は0又は1、 p は0、 q は0、 r は2～3の整数である。一方で、全窒素原子の数は3～6が好ましく、4～5がより好ましく、5が更に好ましい。

式(111)で表されるアミン化合物は、1種単独で使用してもよく、2種以上を組み合わせて使用してもよい。

- [0017] 式(111)で表されるアミン化合物としては、特に限定されないが、例えば、アミノエチルピペラジン、ピペラジン-1, 4-ジエチルアミン、N-(2-(1-ピペラジニル)エチル)エチレンジアミン、N-[2-[4-(2-アミノエチル)ピペラジン-1-イル]エチル]エタン-1, 2-ジアミン、N-(2-アミノエチル)-N'-[2-(ピペラジン-1-イル)エチル]エタン-1, 2-ジアミン、4-[2-(1-ピペラジニル)エチル]-1-ピペラジンエタンアミン、ビス(2-(ピペラジン-1-イル)エチル)アミン、1-[2-[2-[2-(2-アミノエチル)アミノ]エチル]アミノ]エチル]アミノ]エチル]-ピペラジン、N-[2-[2-(2-アミノエチル)アミノ]エチル]-1, 4-ピペラジンジエタンアミン、N, N'-ビス(2-アミノエチル)-1, 4-ピペラジンジエタンアミン、N-[2-(1-ピペラジニル)エチル]-1, 4-ピペラジンジエタンアミン、N-[2-[2-(2-アミノエチル)アミノ]エチル]-1, 4-ピペラジンジエタンアミン、N-[2-[2-(2-アミノエチル)アミノ]エチル]-N'-[2-[4-(2-アミノエチル)-ピペラジン-1-イル]エチル]エタン-1, 2-ジアミン、2-[4-[2-[2-[4-(

2-アミノエチル)-ピペラジン-1-イル]エチルアミノ]エチル]-ピペラジン-1-イル]エチルアミン等が挙げられる。これらの中でも、周期表の第6～16族の元素又はその化合物の処理に優れ、あるいはそれに加えて重金属処理剤におけるジチオカルバミン酸塩の安定性と廃水処理におけるフロック形成の少なくともいずれかにも優れる点から、アミノエチルピペラジン、ピペラジン-1,4-ジエチルアミン、N-(2-アミノエチル)-N'-[2-(ピペラジン-1-イル)エチル]エタン-1,2-ジアミン、N-[2-[4-(2-アミノエチル)ピペラジン-1-イル]エチル]エタン-1,2-ジアミン、4-[2-(1-ピペラジニル)エチル]-1-ピペラジンエタンアミン、ビス(2-(ピペラジン-1-イル)エチル)アミン、1-[2-[2-[2-(2-アミノエチル)アミノ]エチル]アミノ]エチル]アミノ]エチル]-ピペラジン、N-[2-[(2-アミノエチル)アミノ]エチル]-1,4-ピペラジンジエタンアミン、N-[2-(1-ピペラジニル)エチル]-1,4-ピペラジンジエタンアミンが好ましく、N-(2-アミノエチル)-N'-[2-(ピペラジン-1-イル)エチル]エタン-1,2-ジアミン、N-[2-[4-(2-アミノエチル)ピペラジン-1-イル]エチル]エタン-1,2-ジアミン、4-[2-(1-ピペラジニル)エチル]-1-ピペラジンエタンアミンがより好ましく、N-(2-アミノエチル)-N'-[2-(ピペラジン-1-イル)エチル]エタン-1,2-ジアミン、又はN-[2-[4-(2-アミノエチル)ピペラジン-1-イル]エチル]エタン-1,2-ジアミンが更に好ましい。

[0018] 好ましい実施形態において、本発明の重金属処理剤は、アミン化合物が、式(111)で表されるアミン化合物を含む。

周期表の第6～16族の元素又はその化合物の処理に優れ、あるいはそれに加えて重金属処理剤におけるジチオカルバミン酸塩の安定性と廃水処理におけるフロック形成の少なくともいずれかにも優れる点から、一分子中に直鎖構造のみや環状構造のみであるアミン化合物、あるいはそれぞれ直鎖構造

のみ及び環状構造のみからなるアミン化合物の混合物と比べて、一分子中に環状と直鎖を組み合わせた構造である式(111)で表されるアミン化合物を含むことが好ましく、その中でも、一分子中に2個以上の環状構造を有する式(111)で表されるアミン化合物を含むことがより好ましい。

重金属処理剤は、式(111)で表されるアミン化合物として、前記式(111a)、前記式(111b)及び前記式(111c)で表される各々のアミン化合物から選ばれる少なくとも1種を含むことが好ましい。

この場合、重金属処理剤は、アミン化合物が、式(111)で表されるアミン化合物として、前記式(111a)及び式(111b)で表される各々のアミン化合物を含むことが好ましい。この場合、重金属処理剤は、アミン化合物が、式(111)で表されるアミン化合物として、更に前記式(111c)で表されるアミン化合物を含むことが好ましい。

[0019] 好ましい実施形態において、本発明の重金属処理剤は、前記アミン化合物が、前記式(1)、前記式(11)、及び前記式(111)で表される各々のアミン化合物を含む。アミン化合物が式(1)、式(11)、及び式(111)で表される各々のアミン化合物を含むと、周期表の第6～16族の元素又はその化合物の処理に特に適しており、あるいはそれに加えて、重金属処理剤におけるジチオカルバミン酸塩の安定性を高めること、及び廃水処理においてフロックを形成することの少なくともいずれかにも適している。

重金属処理剤は、アミン化合物が、式(1)～式(111)のいずれかで表されるアミン化合物として、前記式(1a)、式(11a)、式(111a)、及び式(111b)で表される各々のアミン化合物を含むことが好ましい。この場合、重金属処理剤は、アミン化合物が、式(111)で表されるアミン化合物として、更に前記式(111c)で表されるアミン化合物を含むことが好ましい。

[0020] 本発明において、アミン化合物の量(「%」)は、アミン化合物をガスクロマトグラフで分析した際の分析に使用した溶媒のピークを除いた総ピーク面積における各アミン化合物のピーク面積の面積百分率である。

アミン化合物の量が下記の範囲内であると、周期表の第6～16族の元素又はその化合物の処理に適しており、あるいはそれに加えて、重金属処理剤におけるジチオカルバミン酸塩の安定性を高めること、及び廃水処理においてフロックを形成することの少なくともいずれかにも適している。

式(1)で表されるアミン化合物の量は、0.0%以上80.0%以下であることが好ましく、20.0%以上80.0%以下であることがより好ましく、20.0%以上55.0%以下であることが更に好ましく、25.0%以上55.0%以下であることが特に好ましく、40.0%以上55.0%以下であることが殊更好ましい。

式(11)で表されるアミン化合物の量は、0.0%以上50.0%以下であることが好ましく、5.0%以上30.0%以下であることがより好ましく、5.0%以上25.0%以下であることが更に好ましく、15.0%以上25.0%以下であることが特に好ましく、15.0%以上20.0%以下であることが殊更好ましい。

式(111)で表されるアミン化合物の量は、10.0%以上100.0%以下であることが好ましく、10.0%以上80.0%以下であることがより好ましく、10.0%以上65.0%以下であることが更に好ましく、20.0%以上65.0%以下であることが特に好ましく、25.0%以上65.0%以下であることが殊更好ましく、27.0%以上65.0%以下であることが一層好ましく、27.0%以上45.0%以下であることが最も好ましい。

式(111a)で表されるアミン化合物の量は、0.0%以上40.0%以下であることが好ましく、10.0%以上40.0%以下であることがより好ましく、10.0%以上35.0%以下であることが更に好ましく、22.0%以上30.0%以下であることが特に好ましい。

式(111b)で表されるアミン化合物の量は、0.0%以上20.0%以下であることが好ましく、1.0%以上15.0%以下であることがより好ましく、1.0%以上10.0%以下であることが更に好ましく、6.0

%以上10.0%以下であることが特に好ましく、6.0%超10.0%以下であることが殊更好ましい。

式(III a)のアミン化合物及び式(III b)のアミン化合物の合計量は、0.0%以上50.0%以下であることが好ましく、10.0%以上50.0%以下であることがより好ましく、13.0%以上40.0%以下であることが更に好ましく、17.0%以上40.0%以下であることが特に好ましく、27.0%以上40%以下であることが殊更好ましい。

式(III c)で表されるアミン化合物の量は、0.0%以上1.0%以下であることが好ましく、0.1%以上1.0%未満であることがより好ましい。

式(III a)のアミン化合物、式(III b)のアミン化合物及び式(III c)のアミン化合物の合計量は、0.0%以上50.0%以下であることが好ましく、10.0%以上50.0%以下であることがより好ましく、13.0%以上40.0%以下であることが更に好ましく、17.0%以上40.0%以下であることが特に好ましく、28.0%以上40.0%以下であることが殊更好ましい。

[0021] 上記式(I)～式(III)で表されるアミン化合物の製造方法は特に限定されず、公知の方法で製造してよく、安価で簡便な方法が好適である。

[0022] 本発明の重金属処理剤において、ジチオカルバミン酸塩としては、特に限定されないが、例えば、式(I)～式(III)のいずれかで表されるアミン化合物、二硫化炭素、及び例えば金属水酸化物等の塩基を反応させて得られるジチオカルバミン酸塩が挙げられる。

[0023] ジチオカルバミン酸塩としては、特に限定されないが、例えば、ジチオカルバミン酸のアルカリ金属塩、アルカリ土類金属塩、アンモニウム塩等が挙げられる。アルカリ金属塩としては、リチウム塩、ナトリウム塩、カリウム塩等が挙げられる。アルカリ土類金属塩としては、マグネシウム塩、カルシウム塩等が挙げられる。これらの中でも、アルカリ金属塩が好ましく、ナトリウム塩、カリウム塩がより好ましく、ナトリウム塩が更に好ましい。

[0024] 本発明の重金属処理剤において、ジチオカルバミン酸塩のアミン化合物と二硫化炭素、金属水酸化物等をはじめとする塩基の反応モル比は特に限定されない。ジチオカルバミン酸塩は、アミン化合物の窒素原子にジチオ酸基の塩が結合した化合物（塩型官能基）である。またアミン化合物1分子中に、2個以上のジチオカルバミン酸基の塩が導入されているものが好ましい。ジチオカルバミン酸塩は、1種単独で使用してもよく、2種以上を組み合わせで使用してもよい。焼却灰処理や廃水処理をはじめとする重金属処理性能を高める点を考慮すると、上記の方法から得られたアミン化合物の量から算出した1級アミノ基、2級アミノ基の窒素原子に対して二硫化炭素が0.5倍～1倍モル反応したものが好ましく、0.7倍～1倍モル反応したものがより好ましく、0.8倍～1倍モル反応したものが更に好ましく、0.9倍～1倍モル反応したものが特に好ましい。

[0025] アミン化合物、二硫化炭素、及び塩基を反応させてジチオカルバミン酸塩を製造する方法は特に限定されないが、例えば、アミン化合物及び上記に塩として例示した金属水酸化物等の塩基を水等の溶媒に溶解もしくは懸濁させ、二硫化炭素を添加して反応させる等の方法により導入することができる。必要に応じて、最終的に未反応の二硫化炭素を除去する。ジチオカルバミン酸塩の製造において、ジチオカルバミン酸塩以外の副生成物が生成した場合、重金属処理剤の保存時や使用時に、副生成物等から二硫化炭素ガス等のガスが発生することがあり、このようなガスの発生を抑制するために、重金属処理剤の製造時にアミン化合物を過剰に使用して未反応アミン化合物を含有させたり、ジチオカルバミン酸塩の製造後にアミン化合物及びアミン誘導体から選ばれる少なくとも1種を添加することも好ましい態様の一つである。

[0026] 本発明の重金属処理剤における剤型は、ジチオカルバミン酸塩を含んでいれば特に限定されず、例えば、固体、液体、粘体でもよいが、取り扱いの観点から液体の水溶液で用いることが好ましい。

重金属処理剤を水溶液として用いる場合、ジチオカルバミン酸塩の含有量は、特に限定されないが、ジチオカルバミン酸塩の安定性の点から重金属処

理剤の全量を基準として20質量%～60質量%が好ましく、30質量%～50質量%がより好ましい。重金属処理剤の水溶液の保存時の安定性の点において、アミン化合物が含まれると、結晶生成を抑制する点で好ましい。

[0027] 本発明の重金属処理剤は、本発明の効果を損なわない範囲内で、他の成分を含んでもよい。他の成分としては、特に限定されないが、例えば、アミン化合物、アミン誘導体、アンモニウム塩、有機溶剤、還元剤、酸化剤、アルカリ金属水酸化物、pH調整剤、無機重金属処理剤、凝集剤、防錆剤、スケール防止剤、消泡剤、安定化剤、ガス抑制剤、界面活性剤等が挙げられる。

[0028] 次に、本発明の重金属処理剤を用いた重金属処理について説明する。

本発明の重金属処理剤は、下記に挙げた第6～16族の元素又はその化合物を含有したスラリー状を含む固体状対象物、液体状対象物、廃ガスと混合することにより、それらの元素又はその化合物と反応し水に対して不溶化物を形成し、それらの固体状対象物からの溶出を低減、防止したり、液体対象物から不溶化物を分離して第6～16族の元素又はその化合物を除去することができる。固体状対象物としては、特に限定されないが、例えば、ごみ焼却場において発生する焼却灰（飛灰（ばいじん）及び主灰（もえがら））、鉍滓、汚泥、土壌、シュレッダーダスト等が挙げられ、液体状対象物としては、特に限定されないが、例えば、廃水、廃油、液状汚泥、廃ガス洗浄廃液等が挙げられる。

[0029] 本発明の重金属処理剤は、周期表の第6～16族の元素又はその化合物を処理対象としている。

第6族の元素としては、クロム、モリブデン、タングステン、シーボーギウムが挙げられる。

第7族の元素としては、マンガン、テクネチウム、レニウム、ボーリウムが挙げられる。

第8族の元素としては、鉄、ルテニウム、オスミウム、ハッシウムが挙げられる。

第9族の元素としては、コバルト、ロジウム、イリジウム、マイトネリウ

ムが挙げられる。

第10族の元素としては、ニッケル、パラジウム、白金、ダームスタチウムが挙げられる。

第11族の元素としては、銅、銀、金、レントゲニウムが挙げられる。

第12族の元素としては、亜鉛、カドミウム、水銀、コペルニシウムが挙げられる。

第13族の元素としては、ホウ素、アルミニウム、ガリウム、インジウム、タリウム、ニホニウムが挙げられる。

第14族の元素としては、炭素、ケイ素、ゲルマニウム、錫、鉛、フレロビウムが挙げられる。

第15族の元素としては、窒素、リン、砒素、アンチモン、ビスマス、モスコビウムが挙げられる。

第16族の元素としては、酸素、硫黄、セレン、テルル、ポロニウム、リバモリウムが挙げられる。

同属の元素は、最外殻の電子状態が同じであるため、本発明の重金属処理剤により同様に処理できる。

上記元素の中でも特に、第6族の元素としては、クロム、モリブデン、タングステン、第7族の元素としては、マンガン、第8族の元素としては、鉄、ルテニウム、オスミウム、第9族の元素としては、コバルト、ロジウム、イリジウム、第10族の元素としては、ニッケル、パラジウム、白金、第11族の元素としては、銅、銀、金、第12族の元素としては、亜鉛、カドミウム、水銀、第13族の元素としては、ホウ素、ガリウム、インジウム、タリウム、第14族の元素としては、ゲルマニウム、錫、鉛、第15族の元素としては、砒素、アンチモン、ビスマス、第16族の元素としては、セレン、テルルが挙げられる。これらの中でも、クロム、マンガン、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、カドミウム、水銀、アルミニウム、錫、鉛、砒素、セレン又はその化合物が好適に処理でき、更に、クロム、マンガン、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、カドミウム、水銀、アルミニウム、鉛、砒素

、セレン又はその化合物が好適に処理できる。例えば、これらの中でも埋立基準又は排水基準等が設けられているクロム、マンガン、鉄、ニッケル、銅、亜鉛、カドミウム、水銀、鉛、砒素、セレン又はその化合物をより好適に処理できる。

前記元素の化合物としては、前記元素と、他の元素と共有結合、イオン結合、配位結合等で結合している物質等が挙げられ、特に限定されないが、例えば、酸化物、水酸化物、オキソ酸及びその塩、ハロゲン化物、錯体、錯塩等が挙げられる。

[0030] (焼却灰処理)

本発明の重金属処理剤を用いた焼却灰処理は、特に限定されないが、例えば、都市ごみ、産業廃棄物、污泥、バイオマスボイラー、ペーパースラッジ、石炭、廃棄物固形化燃料(RDF: Refuse Derived Fuel又はRPF: Refuse derived paper and plastics densified Fuel)等の燃焼炉、熔融炉等の燃焼施設において発生する焼却灰(飛灰及び主灰)や製鉄・製鋼用電気炉、金属精錬用焙焼炉、焼結炉、か焼炉、溶鉱炉、転炉、溶解炉及び乾燥炉等の燃焼施設において発生する焼却灰(飛灰及び主灰)を対象とし、焼却灰の他にも周期表の第6～16族の元素又はその化合物を含む土壌、污泥、鉱滓等の処理も対象とする。

[0031] ここで「焼却灰」とは、焼却炉内から出る燃え殻である主灰(ボトムアッシュ)と、焼却により生じたガス成分と共に浮遊する飛灰(フライアッシュ)を示し、飛灰には熔融処理によって発生する飛灰(熔融飛灰)も含まれる。また、飛灰中に消石灰、活性炭等の他の種類の排ガス処理薬剤が含まれていてもよい。本発明においては、特に、これらを区別するものではない。以下、焼却灰と表現する場合には、主灰と飛灰とを区別せず用いる。

[0032] 本発明の重金属処理剤の使用量は、特に限定されないが、焼却灰に対する添加率として0.01質量%以上が好ましく、0.1質量%以上がより好ましく、0.5質量%以上が更に好ましく、1質量%以上が特に好ましい。また、30質量%以下が好ましく、20質量%以下がより好ましく、15質量

%以下が更に好ましく、10質量%以下が特に好ましい。使用量がこの範囲内であると、本発明の効果を得るのに適している。重金属処理剤を過剰に使用すると、ジチオカルバミン酸塩によって不溶化した重金属が再溶出する虞がある。

[0033] 本発明の重金属処理剤は、上記に挙げた第6～16族の元素又はその化合物の中でも、第6、12、14族の少なくともいずれかの元素又はその化合物を含有する焼却灰を好適に処理できる。

[0034] 重金属と本発明の重金属処理剤に含まれるジチオカルバミン酸塩の反応効率の点から、処理灰が乾燥した粉状であると重金属イオンとジチオカルバミン酸塩が円滑に移動できず、接触頻度が低下するため反応が十分に進行しない。処理灰が液状であると、脱水工程が必要であったり、処理灰の移送において水分の占める割合が多くなり不経済的となる。そのため、重金属を適正に処理するためには、最適な水分量を添加し、適度な水分を有する粉状、塊状、スラリー状とすることが望ましく、塊状とすることがより望ましい。水の添加率は、特に限定されないが、焼却灰に対する添加率として5質量%以上が好ましく、10質量%以上がより好ましく、15質量%以上が更に好ましく、20質量%以上が特に好ましい。また、焼却灰に対する添加率として150質量%以下であり、100質量%以下が好ましく、80質量%以下がより好ましく、60質量%以下が更に好ましく、40質量%以下が特に好ましい。添加率を特定量以上とすることで、ジチオカルバミン酸塩が焼却灰中の重金属と効率良く接触し、不溶化物の形成が促進される。水の添加率が過剰になると、塊状にならずスラリー状、液状になり、処理灰の移送等のハンドリングが煩雑となる。

[0035] 本発明の重金属処理剤と水を焼却灰と混練する際には、重金属処理剤と水を焼却灰に同時に添加してもよく、これらを別々に添加してもよい。また、あらかじめ重金属処理剤と水を混合し、それを焼却灰に添加してもよく、重金属処理剤、水、及び焼却灰の添加、混合の手順は任意である。

[0036] 本発明の重金属処理剤は、塩基性、酸性、中性いずれの焼却灰も処理する

ことができ、これらの中でも塩基性、中性の焼却灰を好適に処理でき、塩基性の焼却灰をより好適に処理できる。焼却灰の塩基性、酸性は焼却灰の溶出液のpHを指標とすることができ、この点から本発明の重金属処理剤は、環境庁告示第13号試験法における溶出液（試料液）のpHが好ましくは6以上、より好ましくは9以上、更に好ましくは11.5以上、特に好ましくは12以上となる焼却灰を処理できる。焼却灰処理において、溶出液のpHを調整するため、焼却灰に塩基性又は酸性化合物、pH調整剤等を添加してもよい。

[0037] 本発明の重金属処理剤を用いた焼却灰処理では、その効果を損なわない範囲内において、重金属処理剤と水と共に、その他の成分を使用することができる。このようなその他の成分としては、特に限定されないが、例えば、凝集剤、pH調整剤、防錆剤、還元剤、酸化剤、界面活性剤、吸着剤、アルカリ金属水酸化物、セメント、水ガラス等が挙げられる。

[0038] 焼却灰を重金属処理剤で処理する場合、例えば、水等と混練した後、後処理を行ってもよい。後処理は、静置又は攪拌して行い、これにより重金属の溶出を安定的に抑制する。ごみ焼却施設においては、焼却炉での焼却によって発生する飛灰は排ガスと共に、隔壁式のバグフィルタ、流通式の電気集塵機、サイクロン等に移送され、捕集される。捕集された飛灰は、例えば、サイロに貯留された後、バッチ式や連続式の混練機へ移送され、重金属処理剤と水が添加され、均一に混練される。混練機から出た混練物は、コンベアで搬出されピットへ送られる。混練物の後処理は、混練機から出た混練物が屋内で移送及び保管される、コンベア、ピット等の屋内設備や、コンテナ等の収容体内で行うことができる。

[0039] 焼却炉での焼却によって発生する主灰（もえがら）については、例えば、焼却炉から取り出すとき高温であることから通常は水槽中に投じて冷却させる。主灰は水槽中に本発明の重金属処理剤を添加し、水槽中で反応させ不溶化処理する方法や冷却後脱水した主灰をそのまま、あるいは粉碎処理した後、重金属処理剤と水を添加して攪拌・混合することによって不溶化処理する

方法等が挙げられる。不溶化处理した主灰の後処理は、飛灰と同様に屋内で移送及び保管される、コンベア、ピット等の屋内設備や、コンテナ等の収容体内で行うことができる。

[0040] (廃水处理)

本発明の重金属処理剤を用いた廃水处理とは、対象の周期表の第6～16族の元素又はその化合物を被処理水から分離する処理を指し、特に限定されないが、例えば、重金属処理剤が対象元素又はその化合物と反応し、生じた不溶性のフロック（凝集物や沈殿物）を分離する処理等が含まれる。

本発明の重金属処理剤は、フロックの形成能が優れており、フロックの除去が容易となり、対象元素又はその化合物を好適に処理できる。

[0041] 重金属処理剤を用いた廃水处理は、被処理水に重金属処理剤を添加して行うことができる。被処理水とは、処理対象の元素又はその化合物を含有する水を指し、重金属処理剤を添加する前後の水を含む。

被処理水に処理対象以外の元素又はその化合物を含有していても好適に処理ができる。また、特に限定されないが、例えば、EDTA、クエン酸等の有機酸、リン酸化合物、アミン化合物、シアン化合物をはじめとする錯化剤、酸化剤、還元剤、界面活性剤、塩類、有機化合物、無機化合物等を含有していても好適に処理ができる。

[0042] 添加後の処理条件は、特に限定されないが、例えば、攪拌し、静置することで行うことができる。処理後の不溶物や固形物は、分離して除去してもよい。不溶物や固形物を除去する方法としては特に限定されず、ろ過、遠心分離、及び固形物を沈降させた後、上澄み液と分離する方法等が挙げられる。

[0043] 攪拌は、装置、操作等は特に制限されず、従来公知である装置、操作を用いることができる。静置は、特殊な装置を使用せず、例えば沈降分離槽等の設置により固液分離すればよい。

[0044] 本発明の重金属処理剤を用いた処理においては、被処理水に、重金属処理剤と共に、その他の成分、例えば、pH調整剤、凝集剤、アルカリ金属水酸化物、無機重金属処理剤、防錆剤、スケール防止剤、消泡剤、吸着剤、界面

活性剤、錯化剤、キレート剤、酸化剤、還元剤等を添加してもよい。pH調整剤を添加し、適切なpH領域で処理することにより重金属処理剤の分解を防ぎ、フロックの形成が促進され、周期表の第6～16族の元素又はその化合物を適正に処理できる。

[0045] pH調整剤としては、特に限定されないが、例えば、硫酸、塩酸、硝酸等の無機酸、あるいは水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、水酸化カルシウム等の無機アルカリ等が挙げられる。また、下記に挙げる凝集剤をpH調整剤として使用してもよい。

[0046] 重金属処理剤を添加し、かつ凝集剤を添加することで、フロックの沈降性が向上する。

必要に応じて凝集剤を添加して攪拌し、生成したフロックを分離する。これにより、廃水に含まれていた、目的とする元素又はその化合物が除去される。

凝集剤としては、特に限定されないが、例えば、高分子凝集剤、無機凝集剤、鉱物等が挙げられ、これらの中でも、高分子凝集剤、無機凝集剤が好ましく、高分子凝集剤がより好ましい。

[0047] 高分子凝集剤としては、アニオン系、カチオン系、ノニオン系、両性系が使用でき、特に限定されないが、例えば、ポリアクリルアミド系、ポリアクリル酸ソーダ系、ポリアクリル酸系、天然系等のアニオン系、ポリメタクリル酸エステル系、ポリアクリル酸エステル系、ポリアミン系、ポリダドマック系、ジシアンジアミド系等のカチオン系、ポリアクリルアミド系、ポリエチレングリコール、ポリビニルアルコール等のノニオン系、ポリアクリル酸エステル－アクリル酸共重合系等の両性等が挙げられる。具体的には、ポリアクリル酸ナトリウム、アルギン酸ナトリウム、アクリルアミドとアクリル酸ナトリウムの共重合物、アクリルアミドとアクリルアミド－2－メチルプロパンスルホン酸ナトリウム（AMP S）の共重合物、アクリルアミド－アクリル酸－AMP Sの共重合物、ポリジメチルアミノエチル（メタ）アクリレート四級塩、ジメチルアミノエチル（メタ）アクリレート四級塩とアクリ

ルアミドの共重合物、ポリジメチルジアリルアンモニウムクロライド、ジメチルジアリルアンモニウムクロライドとアクリルアミドの共重合物、ポリアミジン、エピクロルヒドリン・ジメチルアミン縮合物、ジシアンジアミド・塩化アンモニウム・ホルムアルデヒド重縮合物、ポリアクリルアミド、ポリエチレンオキサイド、ジメチルアミノエチル（メタ）アクリレート四級塩とアクリル酸共重合物、ポリアクリルアミドのホフマン分解物等が挙げられる。これらの中でも、アニオン系、カチオン系が好ましく、アニオン系がより好ましい。アニオン系の中でもポリアクリル酸ナトリウム、アクリルアミドとアクリル酸ナトリウムの共重合物が好ましく、カチオン系の中でもジメチルジアリルアンモニウムクロライドとアクリルアミドの共重合物が好ましい。

[0048] 無機凝集剤としては、特に限定されないが、例えば、鉄系無機凝集剤（塩化第二鉄、塩化第一鉄、硫酸第二鉄、硫酸第一鉄、ポリ硫酸第二鉄等）、アルミニウム系無機凝集剤（硫酸バンド、ポリ塩化アルミニウム、塩化アルミニウム等）、アルカリ系無機凝集剤（塩化カルシウム、水酸化マグネシウム、アルミン酸カリウム等）等が挙げられる。これらの中でも鉄系無機凝集剤、アルミニウム系無機凝集剤が好ましく、塩化第二鉄、硫酸第一鉄、ポリ硫酸第二鉄、硫酸バンド、ポリ塩化アルミニウム、塩化カルシウムがより好ましく、塩化第二鉄、硫酸第一鉄、ポリ硫酸第二鉄、硫酸バンド、ポリ塩化アルミニウムが更に好ましい。

上記凝集剤は、1種単独で使用してもよく、2種以上を組み合わせ使用してもよい。

[0049] 鉱物としては、特に限定されないが、例えば、ハイドロタルサイト、マグネサイト、石灰石等の炭酸塩鉱物、ゼオライト、モンモリロナイト、カオリン、ベントナイト、シリカ等のケイ酸塩鉱物、アルミナ等の酸化鉱物、石膏等の硫酸塩鉱物、ヒドロキシアパタイト等のリン酸塩鉱物等が挙げられる。

[0050] 凝集剤は1種単独で使用してもよく、2種以上を組み合わせ使用してもよく、使用回数は1回でもよいし、2回以上でもよい。無機凝集剤と高分子

凝集剤を併用することも好ましい態様の一つである。高分子凝集剤と無機凝集剤を併用することにより、上記に挙げた第6～16族の元素又はその化合物の中でも、第6、10、11、12、14、15、16の元素又はその化合物を好適に処理することができる。

[0051] 以上に、実施形態に基づき本発明を説明したが、本発明はこの実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲内において各種の変更が可能である。

実施例

[0052] 以下に、実施例により本発明を更に詳しく説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

[アミン化合物]

アミン化合物は、一般に流通している市販品、試薬を使用した。また、二硫化炭素、水酸化ナトリウム、水酸化カリウムは関東化学株式会社製を用いた。

アミン化合物の量の分析は、溶媒(メタノール)にアミン化合物を溶解させたサンプルを、ガスクロマトグラフ(GC)によって行った。GCはGC-2010 Plus(株式会社島津製作所)を用い、カラムとしてキャピラリーカラムTC-1(長さ15m、内径0.25mm、液相の膜厚0.25 μ m)(ジーエルサイエンス株式会社)を使用し、以下の条件で測定した。

[0053] ・SPL (気化室)

温度	: 300℃	全流量	: 45.1 mL/min.
圧力	: 48.9 kPa	カラム流量	: 1.03 mL/min.
キャリアガス	: ヘリウム	線速度	: 30.2 cm/sec.
スプリット比	: 40.0	パージ流量	: 3.0 mL/min.

・昇温条件

設定温度：50℃、保持時間：3min.

昇温速度：10.0℃/min.、設定温度：160℃

昇温速度：20.0℃/min.、設定温度：300℃、保持時間：10min.

・FID（検出器）

温度：300℃

メイクアップガス：ヘリウム

メイクアップ流量：30.0 mL/min.

H₂流量：40.0 mL/min.

Air流量：400.0 mL/min.

[0054] なお、各アミン化合物の量（「％」）は、GCチャート中、分析に使用した溶媒のピークを除いた総ピーク面積における各アミン化合物の面積割合（面積百分率）を示す。

下記のテトラエチレンペンタミンは、一般に流通している工業品である市販品（直鎖、分岐及び環状と直鎖の組み合わせ混合物）を用いた。このテトラエチレンペンタミンは、上記の分析により、直鎖である式（I a）のアミン化合物が48.2％、分岐である式（I I a）のアミン化合物が18.3％、環状と直鎖の組み合わせである式（I I I）のアミン化合物が32.7％（その内、式（I I I a）：25.5％、式（I I I b）：6.4％、式（I I I c）：0.8％）であった。

[0055] [重金属処理剤]

・重金属処理剤A

N-（2-アミノエチル）ピペラジン（東京化成工業株式会社製）15.9g、二硫化炭素18.7g、48.0％水酸化ナトリウム水溶液20.5gをイオン交換水44.9g中で反応させたサンプル（40.0質量％水溶液）を使用した（アミン化合物の1級アミノ基、2級アミノ基の窒素原子に対して二硫化炭素が1倍モル）。N-（2-アミノエチル）ピペラジンは、

環状と直鎖の組み合わせである式 (I I I) のアミン化合物が 100.0%)。

[0056] ・重金属処理剤 B

テトラエチレンペンタミン（市販品：直鎖、分岐及び環状と直鎖の組み合わせ混合物）13.0g、二硫化炭素20.9g、48.0%水酸化ナトリウム水溶液22.9gをイオン交換水43.2g中で反応させたサンプル（40.0質量%水溶液）を使用した（上記の方法から得られたアミン化合物の量から算出した1級アミノ基、2級アミノ基の窒素原子に対して二硫化炭素が1倍モル）。

[0057] ・重金属処理剤 C

N-（2-アミノエチル）ピペラジン（東京化成工業株式会社製）5.3g、テトラエチレンペンタミン（市販品：直鎖、分岐及び環状と直鎖の組み合わせ混合物）8.7g、二硫化炭素20.2g、48.0%水酸化ナトリウム水溶液22.1gをイオン交換水43.7g中で反応させたサンプル（40.0質量%水溶液）を使用した（上記の方法から得られたアミン化合物の量から算出した1級アミノ基、2級アミノ基の窒素原子に対して二硫化炭素が1倍モル）。アミン化合物の量は、直鎖である式 (I a) のアミン化合物が32.1%、分岐である式 (I I a) のアミン化合物が12.2%、環状と直鎖の組み合わせである式 (I I I) のアミン化合物が55.2%（その内、式 (I I I a) が17.0%、式 (I I I b) が4.3%、式 (I I I c) が0.6%、N-（2-アミノエチル）ピペラジンが33.3%）。

[0058] ・重金属処理剤 D

トリエチレントラミン（シグマ アルドリッチ ジャパン合同会社製）2.2g、テトラエチレンペンタミン（市販品：直鎖、分岐及び環状と直鎖の組み合わせ混合物）10.4g、二硫化炭素21.2g、48.0%水酸化ナトリウム水溶液23.4gをイオン交換水42.8g中で反応させたサンプル（40.0質量%水溶液）を使用した（上記の方法から得られたアミン化合物の量から算出した1級アミノ基、2級アミノ基の窒素原子に対して二

硫化炭素が1倍モル)。アミン化合物の量は、直鎖である式(Ⅰ)のアミン化合物が58.6%(その内、式(Ⅰa)が38.6%、トリエチレンテトラミンが20.0%)、分岐である式(ⅠⅠa)のアミン化合物が14.6%、環状と直鎖の組み合わせである式(ⅠⅠⅠ)のアミン化合物が26.2%(その内、式(ⅠⅠⅠa)が20.4%、式(ⅠⅠⅠb)が5.1%、式(ⅠⅠⅠc)が0.7%)。

[0059] ・重金属処理剤E

エチレンジアミン(関東化学株式会社製)9.4g、二硫化炭素23.7g、48.0%水酸化ナトリウム水溶液26.0gをイオン交換水40.8g中で反応させたサンプル(40.0質量%水溶液)を使用した(アミン化合物の1級アミノ基、2級アミノ基の窒素原子に対して二硫化炭素が1倍モル)。

[0060] ・重金属処理剤F

ジエチレントリアミン(東京化成工業株式会社製)10.4g、二硫化炭素23.0g、48.0%水酸化ナトリウム水溶液25.2gをイオン交換水41.4g中で反応させたサンプル(40.0質量%水溶液)を使用した(アミン化合物の1級アミノ基、2級アミノ基の窒素原子に対して二硫化炭素が1倍モル)。

[0061] ・重金属処理剤G

無水ピペラジン(東京化成工業株式会社製)11.0g、二硫化炭素19.4g、48.0%水酸化カリウム水溶液30.5gをイオン交換水39.1g中で反応させたサンプル(40.0質量%水溶液)を使用した(アミン化合物の1級アミノ基、2級アミノ基の窒素原子に対して二硫化炭素が1倍モル)。

[0062] ・重金属処理剤H

重金属処理剤F(35.0g)、重金属処理剤G(15.0g)を混合したサンプル(40.0質量%水溶液)を使用した(アミン化合物の1級アミノ基、2級アミノ基の窒素原子に対して二硫化炭素が1倍モル)。

[0063] (焼却灰処理)

容器として磁製乳鉢を用い、都市ごみ焼却場において生じた焼却灰（バグフィルター捕集飛灰）100gに、焼却灰に対して添加重金属処理剤中のジチオカルバメート基含有率が同量となるように、重金属処理剤と水を表1に示す添加率で添加して、10分間混練し、均一に混合した。空試験として、水のみを添加したほかは、実施例と同様に処理を行った。実施例、比較例、空試験のいずれも処理後の焼却灰(処理灰)は、塊状で適切に処理されていた。得られた処理灰について、クロム、水銀及び鉛の溶出濃度を環境庁告示第13号試験法に基づいて測定した。それらの結果を表1に示す。溶出液中のクロム（第6族）、鉛（第14族）濃度は、ICP発光分光分析装置（ICPE-9820、株式会社島津製作所）を用いて、水銀（第12族）濃度は、水銀分析装置（日本インスツルメンツ株式会社、MA-3000）を用いて測定した。また、溶出液のpHは、pHメーター（F-72、株式会社堀場製作所）及びpH電極（9632-10D、株式会社堀場製作所）を用いて測定した。

[0064]

[表1]

	実施例				比較例				空試験
	1	2	3	4	1	2	3	4	
重金属処理剤	A	B	C	D	E	F	G	H	—
重金属処理剤濃度(質量%)	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	—
重金属処理剤中のジチオカルバメート基含有率(質量%)	18.7	20.9	20.2	21.2	23.7	23.0	19.4	21.9	—
重金属処理剤添加率(質量%)	2.7	2.4	2.5	2.4	2.1	2.2	2.6	2.3	—
添加重金属処理剤中のジチオカルバメート基含有率(質量%)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	—
水添加率(質量%)	27.3	27.6	27.5	27.6	27.9	27.8	27.4	27.7	30.0
クロム溶出濃度(mg/L)	0.07	<0.05	<0.05	<0.05	0.09	0.08	0.13	0.09	0.17
水銀溶出濃度(mg/L)	0.0011	0.0007	0.0010	0.0010	0.0013	0.0012	0.0022	0.0024	0.11
鉛溶出濃度(mg/L)	0.08	<0.05	<0.05	0.07	4.1	1.3	0.09	0.12	22

- [0065] 表 1 より、添加重金属処理剤中のジチオカルバメート基含有率が同量となるよう重金属処理剤を添加した場合、実施例 1～4 は比較例 1～4 と比べ、クロム（第 6 族）、水銀（第 12 族）及び鉛（第 14 族）の溶出濃度が低く、本発明の重金属処理剤は第 6 族、第 12 族、第 14 族の元素に対して処理性能が高く、式（I）、式（II）、式（III）のいずれかを含むアミン化合物のジチオカルバミン酸塩、又は式（III）を含むアミン化合物のジチオカルバミン酸塩は、第 6 族、第 12 族、第 14 族の元素又はその化合物を処理する性能に優れていた。
- [0066] また、一分子中に直鎖構造のみのアミン化合物のジチオカルバミン酸塩である比較例 1、比較例 2 や環状構造のみのアミン化合物のジチオカルバミン酸塩である比較例 3、それぞれ直鎖構造のみ及び環状構造のみからなるアミン化合物のジチオカルバミン酸塩を混合した比較例 4 と比べ、実施例 1～4 の一分子中に環状と直鎖を組み合わせた構造の式（III）を含むアミン化合物のジチオカルバミン酸塩は、第 6 族、第 12 族、第 14 族の元素又はその化合物を処理する性能が優れることが示唆された。
- [0067] 実施例 1 と実施例 2～4 の比較において、実施例 2～4 の方がクロム、水銀及び鉛の溶出濃度が小さく、式（IIIa）、式（IIIb）、式（IIIc）のアミン化合物のいずれかを含む、特に式（IIIa）、式（IIIb）更に式（IIIc）を含むアミン化合物のジチオカルバミン酸塩、又は、式（I）、式（II）、式（III）のアミン化合物を含む、特に式（IIa）、式（IIa）、式（IIIa）、式（IIIb）更に式（IIIc）を含むアミン化合物のジチオカルバミン酸塩は、第 6 族、第 12 族、第 14 族の元素又はその化合物を処理する性能が優れることが確認された。
- [0068] また、比較例 1 及び 2 と、比較例 3 の比較において、鉛の処理性能が、比較例 3 が優れていたことから、直鎖のみのアミン化合物のジチオカルバミン酸塩より環状のみのアミン化合物のジチオカルバミン酸塩が第 14 族の元素又はその化合物を処理する性能が優れることが確認された。これらのことから、環状と直鎖を組み合わせた構造の式（III）を含むアミン化合物にお

いても、環状の構造を2個有する式(111c)を含むアミン化合物のジチオカルバミン酸塩は第6族、第12族、第14族の元素又はその化合物を処理する性能が優れることが示唆された。

[0069] 実施例2、3と実施例4を比較すると、実施例2、3の方が鉛の溶出濃度が小さく、式(1)から式(111)の混合系において式(111)のアミン化合物の量が多いほど、第14族の元素又はその化合物を処理する性能が優れる傾向を示した。

[0070] 更に、実施例2と実施例3、4の比較で、実施例2の方が水銀の溶出濃度が小さく、式(111a)、式(111b)のアミン化合物の合計量が多いほど、対象元素又はその化合物を処理する性能が優れることが示唆された。また、式(111c)のアミン化合物が多いほどクロム、水銀、鉛の処理において総体的に対象元素又はその化合物を処理する性能が優れることが示唆された。

その他、実施例1～4で処理した焼却灰は、カドミウム(第12族)、砒素(第15族)、セレン(第16族)のいずれも埋立基準未満であることを確認した。

また、未処理の焼却灰、実施例、比較例、空試験の溶出液のpHはいずれも12.4であり、焼却灰の処理液のpHが11.5以上であると、本発明の重金属処理剤により第6～16族の元素又はその化合物を含有する焼却灰を処理できることが示唆された。

[0071] 上記のことから、本発明の重金属処理剤は、第6～16族の元素又はその化合物を処理する性能に優れることが示唆された。

[0072] (廃水処理試験)

処理対象の試験液の調製には、以下の試薬を使用した。また、試験液調製時のpH調整には、塩酸水溶液、又は水酸化ナトリウム水溶液を使用した。

塩化クロム(111)・6水和物(関東化学株式会社製)

塩化コバルト(11)・6水和物(富士フイルム和光純薬株式会社製)

塩化鉄(111)・6水和物(関東化学株式会社製)

塩化銅（ⅠⅠ）・2水和物（国産化学株式会社製）

塩化亜鉛（ⅠⅠ）（国産化学株式会社製）

硫酸アルミニウム14～18水（富士フイルム和光純薬株式会社製）

塩化カドミウム（ⅠⅠ）（富士フイルム和光純薬株式会社製）

塩化鉛（ⅠⅠ）（関東化学株式会社製）

塩化水銀（ⅠⅠ）（関東化学株式会社製）

酸化砒素（ⅠⅠⅠ）（関東化学株式会社製）

亜セレン酸ナトリウム（富士フイルム和光純薬株式会社製）

ニクロム酸カリウム（富士フイルム和光純薬株式会社製）

[0073] また、凝集剤として以下を使用した。

硫酸バンド水溶液（大明化学工業株式会社製）

38%塩化第二鉄水溶液（林純薬工業株式会社製）

高分子凝集剤（アニオン系高分子凝集剤：ミヨフロックAP-800（ミヨシ油脂株式会社製））

[0074] [銅含有廃水処理]

試験廃水（被処理水）として銅（第11族）50mg/Lを含む水溶液を調製し、以下に示す手順で廃水処理を行い、評価を行った。

[0075] 上記試験廃水200mLを、200rpmで攪拌しながら、廃水に対して添加重金属処理剤中のジチオカルバメート基含有量が同量となるように、表2に示す添加量の重金属処理剤を加え、10分間攪拌した。攪拌終了後、10分間静置し、予め重量を測定したガラスろ紙（GA-100、アドバンテック東洋株式会社製）でフロックを全量ろ別し、ろ液の銅濃度を測定した。ろ液（処理水）中の銅濃度は、ICP発光分光分析装置を用いて測定した。また、ろ別したフロックは、ガラスろ紙ごと105℃で2時間乾燥した後、重量を測定し、重量差からフロックの乾燥重量を求めた。それらの結果を表2に示す。

[0076]

[表2]

	実施例				比較例			
	5	6	7	8	5	6	7	8
重金属処理剤	A	B	C	D	E	F	G	H
重金属処理剤濃度(質量%)	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
重金属処理剤中のジチオカルバメート基含有率(質量%)	18.7	20.9	20.2	21.2	23.7	23.0	19.4	21.9
重金属処理剤添加量(mg/L)	535	478	495	472	422	435	515	457
添加重金属処理剤中のジチオカルバメート基含有量(mg/L)	100	100	100	100	100	100	100	100
ろ液の銅濃度(mg/L)	1.6	0.26	0.40	1.2	2.2	2.0	7.4	7.1
フロック乾燥重量(mg)	44	42	43	40	30	36	38	35

- [0077] 表2より、添加重金属処理剤中のジチオカルバメート基含有量が同量となるよう重金属処理剤を添加した場合、実施例5～8は比較例5～8と比べ、ろ液の銅（第11族）濃度が低く、本発明の重金属処理剤は第11族の元素に対して処理性能が高いことが確認された。式（I）、式（II）、式（III）のいずれかを含むアミン化合物のジチオカルバミン酸塩、また、式（IV）を含むアミン化合物のジチオカルバミン酸塩は、第11族の元素又はその化合物を処理する性能が優れていた。
- [0078] また、焼却灰処理と同様に、一分子中に直鎖構造のみのアミン化合物のジチオカルバミン酸塩である比較例5、比較例6や環状構造のみのアミン化合物のジチオカルバミン酸塩である比較例7、それぞれ直鎖構造のみ及び環状構造のみから成るアミン化合物のジチオカルバミン酸塩を混合した比較例8と比べ、実施例5～8の一分子中に環状と直鎖を組み合わせた構造の式（IV）を含むアミン化合物のジチオカルバミン酸塩は、第11族の元素又はその化合物を処理する性能が優れることが示唆された。
- [0079] 実施例5と実施例6～8を比較した場合、実施例6～8の方がろ液の銅濃度が低く、式（IIIa）、式（IIIb）、式（IIIc）のアミン化合物のいずれかを含む、特に式（IIIa）、式（IIIb）更に式（IIIc）を含むアミン化合物のジチオカルバミン酸塩、また、式（I）、式（II）、式（III）のアミン化合物を含む、特に式（Ia）、式（IIa）、式（IIIa）、式（IIIb）更に式（IIIc）を含むアミン化合物のジチオカルバミン酸塩は、第11族の元素又はその化合物を処理する性能が優れることを確認した。
- [0080] 実施例6、7と実施例8の比較において、実施例6、7の方がろ液の銅濃度が小さく、式（I）から式（III）の混合系において式（III）のアミン化合物の量が多いほど、第11族の元素又はその化合物を処理する性能が優れる傾向を示した。
- [0081] 更に、実施例6と実施例7、8の比較において、実施例6の方がろ液の銅濃度が小さく、式（IIIa）、式（IIIb）のアミン化合物の合計量が

多いほど、対象元素又はその化合物を処理する性能が優れることが示唆された。

[0082] フロック形成能について、実施例 5～8 はフロックの乾燥重量が 40 mg 以上に対し、比較例 5～8 は 40 mg 未満であった。

[0083] 式 (I)、式 (II)、式 (III) のいずれかを含むアミン化合物のジチオカルバミン酸塩、又は式 (III) を含むアミン化合物のジチオカルバミン酸塩は、対象とする元素又はその化合物とフロックを形成する能力に優れることを確認した。

[0084] [各種元素処理試験]

試験廃水（被処理水）として表 3 に示す各元素の試験廃水を用意した。この試験廃水 200 mL に対し、200 rpm で攪拌しながら、重金属処理剤 B を表 3 記載の添加量となるように加え、10 分間攪拌した。次いで、水酸化ナトリウム水溶液を用いて pH 8 に調整した。その後、高分子凝集剤を加えて回転数 20 rpm で 2 分間攪拌した。攪拌終了後、10 分間静置し、ろ紙（JIS P3801 5 種 A）でフロックをろ別した。試験廃水及びろ液中の各元素濃度を ICP 発光分光分析装置にて測定を行った。それらの結果を表 3 に示す。

[0085] [表 3]

	実施例				
	9	10	11	12	13
元素（族）	Cr (6)	Mn (7)	Fe (8)	Co (9)	Al (13)
重金属処理剤	B	B	B	B	B
重金属処理剤濃度(質量%)	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
重金属処理剤中のジチオカルバメート基含有率(質量%)	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9
重金属処理剤添加量(mg/L)	48	120	120	120	120
添加重金属処理剤中のジチオカルバメート基含有量(mg/L)	10	25	25	25	25
調整後の試験廃水の pH	8	8	8	8	8
高分子凝集剤添加量(mg/L)	2	2	2	2	2
試験廃水濃度(mg/L)	9.8	11	7.6	10	9.1
ろ液の元素濃度(mg/L)	0.50	4.8	0.83	2.7	0.25

[0086] 表 3 より、本発明の重金属処理剤を用いて処理することで、廃水中の各元

素濃度が減少していたことから、本発明の重金属処理剤を用いると、第6～13族の元素含有廃水を好適に処理できることが確認できた。

[0087] [ニッケル、亜鉛含有廃水処理]

あらかじめニッケル濃度（第10族）10mg/L、亜鉛（第12族）濃度10mg/Lを含む試験廃水を用意した。

[0088] 実施例14及び比較例9、10では、上記試験廃水200mLを、200rpmで攪拌しながら、廃水に対して添加重金属処理剤中のジチオカルバメート基含有量が同量となるように、表4に示す添加量の重金属処理剤を加え、10分間攪拌した。次いで、水酸化ナトリウム水溶液を用いてpH8となるように調整した。その後、高分子凝集剤を加えて回転数20rpmで2分間攪拌した。攪拌終了後、10分間静置し、ろ紙でフロックをろ別し、ろ液のニッケル、亜鉛濃度を測定した。ろ液中のニッケル濃度及び亜鉛濃度は、ICP発光分光分析装置を用いて測定した。実施例15では、重金属処理剤を添加、攪拌後に、無機凝集剤として硫酸バンド水溶液を表4記載の添加量となるように加え、5分間攪拌した以外は上記と同様の操作を行った。それらの結果を表4に示す。

[0089] [表4]

	実施例		比較例	
	14	15	9	10
重金属処理剤	B	B	F	G
重金属処理剤濃度(質量%)	40.0	40.0	40.0	40.0
重金属処理剤中のジチオカルバメート基含有率(質量%)	20.9	20.9	23.0	19.4
重金属処理剤添加量(mg/L)	215	215	196	232
添加重金属処理剤中のジチオカルバメート基含有量(mg/L)	45	45	45	45
硫酸バンド添加量(mg/L)	-	300	-	-
調整後の試験廃水のpH	8	8	8	8
高分子凝集剤添加量(mg/L)	2	2	2	2
ろ液のニッケル濃度(mg/L)	<0.05	<0.05	9.8	0.07
ろ液の亜鉛濃度(mg/L)	0.32	<0.05	8.6	0.80

[0090] 表4より、実施例14は比較例9、10と比べ、ろ液中のニッケル、亜鉛濃度が低く、本発明の重金属処理剤による第10族及び第12族の元素又はその化合物について処理性能が高く、無機凝集剤を用いた実施例15は、処理後の亜鉛濃度が更に低くなっており、本発明の重金属処理剤と高分子凝集剤、無機凝集剤を併用することで、本発明の重金属処理剤による第10族及び第12族の元素又はその化合物の処理効果が向上することが確認された。

[0091] また、上記の系による本発明の重金属処理剤を用いた処理は、メッキ工場廃水に適用可能であることが示唆される。

[0092] [複合元素含有廃水処理1]

あらかじめクロム（第6族）濃度0.5mg/L、銅（第11族）濃度0.5mg/L、カドミウム（第12族）濃度0.2mg/L、水銀濃度（第12族）1.0mg/L、鉛（第14族）濃度1.5mg/L、塩化ナトリウム濃度50g/Lを含む試験廃水を用意した。

[0093] 上記試験廃水200mLを、200rpmで攪拌しながら、廃水に対して添加重金属処理剤中のジチオカルバメート基含有量が同量となるように、表5に示す添加量の重金属処理剤を加え、10分間攪拌した。その後、無機凝集剤として38%塩化第二鉄水溶液を表5記載の添加量となるように加え、5分間攪拌した。次いで、水酸化ナトリウム水溶液を用いてpH8となるように調整した。その後、高分子凝集剤を加えて回転数20rpmで2分間攪拌した。攪拌終了後、10分間静置し、ろ紙でフロックをろ別し、ろ液の各元素濃度を測定した。ろ液中のクロム濃度、銅濃度、カドミウム濃度及び鉛濃度は、ICP発光分光分析装置を用いて、水銀濃度は、水銀分析装置を用いて測定した。その結果を表5に示す。

[0094]

[表5]

	実施例	比較例
	16	11
重金属処理剤	B	G
重金属処理剤濃度(質量%)	40.0	40.0
重金属処理剤中のジチオカルバメート基含有率(質量%)	20.9	19.4
重金属処理剤添加量(mg/L)	144	155
添加重金属処理剤中のジチオカルバメート基含有量(mg/L)	30	30
38%塩化第二鉄添加量(mg/L)	200	200
調整後の試験廃水のpH	8	8
高分子凝集剤添加量(mg/L)	2	2
ろ液のクロム濃度(mg/L)	<0.05	0.06
ろ液の銅濃度(mg/L)	<0.05	<0.05
ろ液のカドミウム濃度(mg/L)	<0.01	0.02
ろ液の水銀濃度(mg/L)	<0.0005	<0.0005
ろ液の鉛濃度(mg/L)	<0.05	<0.05

[0095] 表5より、実施例16は、いずれも廃水中のクロム、銅、カドミウム、水銀及び鉛濃度が定量下限未満まで減少した。本発明の重金属処理剤により第6族、第11族、第12族、第14族の元素又はその化合物について良好に処理できることを確認した。また、上記の系による本発明の重金属処理剤を用いた処理は、都市ごみ焼却場洗煙廃水に適用可能であることが示唆される。

[0096] 表4のニッケル、亜鉛含有廃水処理、表5の複合元素含有廃水処理の結果は、表1の焼却灰処理、表2の銅含有廃水処理、表3の各種元素処理試験と同様な傾向が認められた。

[0097] 以上の結果より、本発明の重金属処理剤は、その構造的特徴より、第6～16族の元素又はその化合物と良好に反応、水に対して不溶な凝集体（フロック）を形成し、処理性能に優れ、有用性が高いことが示唆された。

[0098] [複合元素含有廃水処理2]

あらかじめ砒素（第 15 族）濃度 0.5 mg/L、セレン（第 16 族）濃度 0.5 mg/L を含む試験廃水を用意した。

上記試験廃水 200 mL を、200 rpm で攪拌しながら、廃水に対して添加重金属処理剤中のジチオカルバメート基含有量が同量となるように、表 6 に示す添加量の重金属処理剤を加え、10 分間攪拌した。その後、無機凝集剤として 38% 塩化第二鉄水溶液を表 6 記載の添加量となるように加え、5 分間攪拌した。次いで、水酸化ナトリウム水溶液を用いて pH 8 となるように調整した。その後、高分子凝集剤を加えて回転数 20 rpm で 2 分間攪拌した。攪拌終了後、10 分間静置し、ろ紙でフロックをろ別し、ろ液の各元素濃度を測定した。ろ液中の砒素濃度、セレン濃度は、ICP 発光分光分析装置を用いて測定した。その結果を表 6 に示す。

[0099] [表6]

	実施例	比較例
	17	12
重金属処理剤	B	E
重金属処理剤濃度(質量%)	40.0	40.0
重金属処理剤中のジチオカルバメート基含有率(質量%)	20.9	23.7
重金属処理剤添加量(mg/L)	96	84
添加重金属処理剤中のジチオカルバメート基含有量(mg/L)	20	20
38%塩化第二鉄添加量(mg/L)	100	100
調整後の試験廃水の pH	8	8
高分子凝集剤添加量(mg/L)	2	2
ろ液の砒素濃度(mg/L)	<0.05	0.11
ろ液のセレン濃度(mg/L)	<0.05	0.12

[0100] 表 6 より、実施例 17 は、比較例 12 と比べ、ろ液中の砒素及びセレン濃度が低く、廃水中の砒素及びセレン濃度が定量下限未満まで減少した。本発明の重金属処理剤により第 15 族、第 16 族の元素又はその化合物について良好に処理できることを確認した。また、上記の系による本発明の重金属処

理剤を用いた処理は、土壌処理廃水に適用可能であることが示唆される。

[0101] [六価クロム含有廃水処理 1]

あらかじめ六価クロム（第6族）濃度 20 mg/L を含む試験廃水を用意した。

上記試験廃水 200 mL を、200 rpm で攪拌しながら、廃水に対して添加重金属処理剤中のジチオカルバメート基含有量が同量となるように、表 7 に示す添加量の重金属処理剤を加え、10 分間攪拌した。その後、高分子凝集剤を加えて回転数 20 rpm で 2 分間攪拌した。攪拌終了後、10 分間静置し、ろ紙でフロックをろ別し、ろ液の六価クロム濃度を測定した。ろ液中の六価クロム濃度は J I S K 0 1 0 2 6 5 . 2 . 1 ジフェニルカルバジド吸光光度法にて測定した。その結果を表 7 に示す。

[0102] [表7]

	実施例	比較例
	18	13
重金属処理剤	B	E
重金属処理剤濃度(質量%)	40.0	40.0
重金属処理剤中のジチオカルバメート基含有率(質量%)	20.9	23.7
重金属処理剤添加量(mg/L)	957	844
添加重金属処理剤中のジチオカルバメート基含有量(mg/L)	200	200
高分子凝集剤添加量(mg/L)	2	2
ろ液の六価クロム濃度(mg/L)	<0.05	1.88

[0103] 表 7 より、実施例 18 は比較例 13 と比べ、ろ液中の六価クロム濃度が低く、本発明の重金属処理剤により第6族の元素又はその化合物について良好に処理できることを確認した。また、上記の系による本発明の重金属処理剤を用いた処理は、六価クロムを含有するメッキ工場廃水に適用可能であることが示唆される。

[0104] [六価クロム含有廃水処理 2]

あらかじめ六価クロム（第6族）濃度20mg/Lを含む試験廃水を用意した。

上記試験廃水200mLを、200rpmで攪拌しながら、廃水に対して添加重金属処理剤中のジチオカルバメート基含有量が同量となるように、表8に示す添加量の重金属処理剤を加え、10分間攪拌した。その後、無機凝集剤として38%塩化第二鉄水溶液を表8記載の添加量となるように加え、5分間攪拌した。次いで、水酸化ナトリウム水溶液を用いてpH8となるように調整した。その後、高分子凝集剤を加えて回転数20rpmで2分間攪拌した。攪拌終了後、10分間静置し、ろ紙でフロックをろ別し、ろ液の六価クロム濃度、クロム濃度を測定した。ろ液中の六価クロム濃度はJIS K0102 65.2.1ジフェニルカルバジド吸光光度法にて、クロム濃度は、ICP発光分光分析装置を用いて測定した。実施例20及び比較例15では、高分子凝集剤を添加しなかったこと以外は上記と同様の操作を行った。その結果を表8に示す。

[0105] [表8]

	実施例		比較例	
	19	20	14	15
重金属処理剤	B	B	E	E
重金属処理剤濃度(質量%)	40.0	40.0	40.0	40.0
重金属処理剤中のジチオカルバメート基含有率(質量%)	20.9	20.9	23.7	23.7
重金属処理剤添加量(mg/L)	957	957	844	844
添加重金属処理剤中のジチオカルバメート基含有量(mg/L)	200	200	200	200
38%塩化第二鉄添加量(mg/L)	500	500	500	500
調整後の試験廃水のpH	8	8	8	8
高分子凝集剤添加量(mg/L)	2	-	2	-
ろ液の六価クロム濃度(mg/L)	<0.05	<0.05	1.55	1.61
ろ液のクロム濃度(mg/L)	<0.05	0.06	1.63	1.89

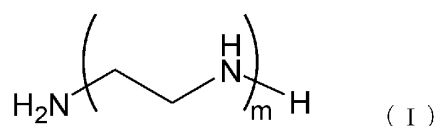
[0106] 表8より、実施例19、20は比較例14、15と比べ、ろ液中の六価クロム、クロム濃度が低く、高分子凝集剤の使用の有無にかかわらず、無機凝

集剤を併用することで、本発明の重金属処理剤により第6族の元素又はその化合物について良好に処理できることを確認した。高分子凝集剤と無機凝集剤を用いた実施例19は、処理後のクロム濃度が更に低くなっており、本発明の重金属処理剤と高分子凝集剤、無機凝集剤を併用することで、本発明の重金属処理剤による第6族の元素又はその化合物の処理効果が向上することが確認された。また、上記の系による本発明の重金属処理剤を用いた処理は、六価クロムを含有する化学工業廃水に適用可能であることが示唆される。

請求の範囲

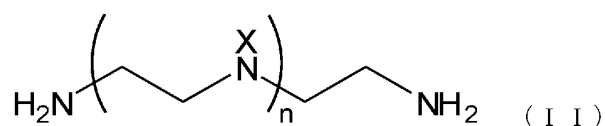
[請求項1] 次の式 (I) ～式 (III) のいずれかで表されるアミン化合物のうち少なくとも 1 種のジチオカルバミン酸塩を含む重金属処理剤。

[化1]



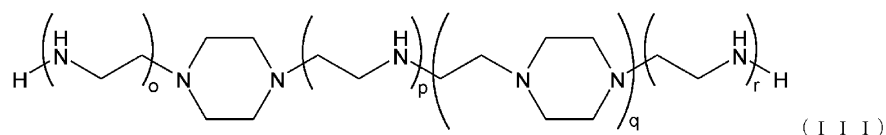
(式中、m は 3 ～ 6 の整数を示す。)

[化2]



(式中、n 個の X はそれぞれ独立に水素原子又は 2-アミノエチル基を示し、少なくとも 1 つが 2-アミノエチル基であり、n は 1 ～ 3 の整数を示し、全窒素原子の数は 4 ～ 8 である。)

[化3]



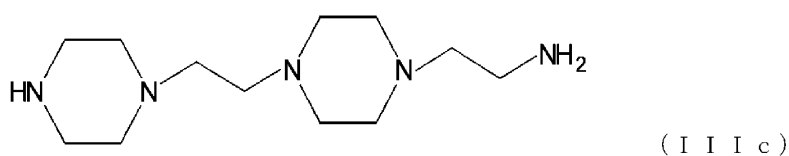
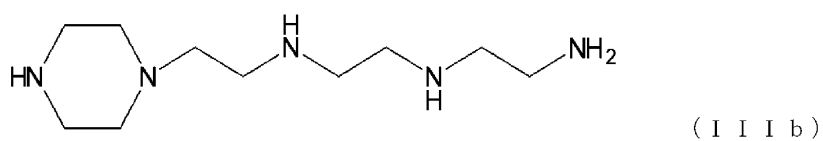
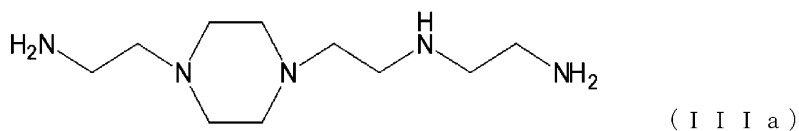
(式中、o は 0 ～ 2 の整数、p は 0 又は 1、q は 0 又は 1、r は 0 ～ 3 の整数を示し、o と p と r の和は 1 以上であり、全窒素原子の数は 3 ～ 7 である。)

[請求項2] 前記アミン化合物が、前記式 (III) で表されるアミン化合物を含む請求項 1 に記載の重金属処理剤。

[請求項3] 前記アミン化合物が、前記式 (III) で表されるアミン化合物として、次の式 (IIIa)、式 (IIIb) 及び式 (IIIc) で表

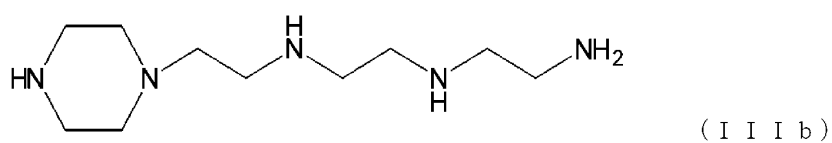
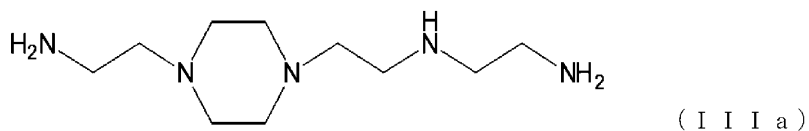
される各々のアミン化合物から選ばれる少なくとも 1 種を含む請求項 2 に記載の重金属処理剤。

[化4]



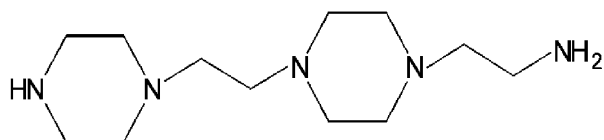
[請求項4] 前記アミン化合物が、前記式 (I I I) で表されるアミン化合物として、次の式 (I I I a) 及び式 (I I I b) で表される各々のアミン化合物を含む請求項 2 又は 3 に記載の重金属処理剤。

[化5]



[請求項5] 前記アミン化合物が、前記式 (I I I) で表されるアミン化合物として、更に次の式 (I I I c) で表されるアミン化合物を含む請求項 4 に記載の重金属処理剤。

[化6]



(I I I c)

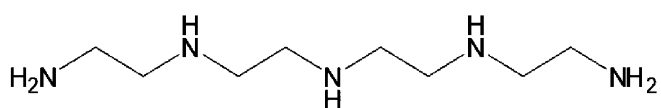
[請求項6]

前記アミン化合物が、前記式 (I)、前記式 (I I)、及び前記式 (I I I) で表される各々のアミン化合物を含む請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の重金属処理剤。

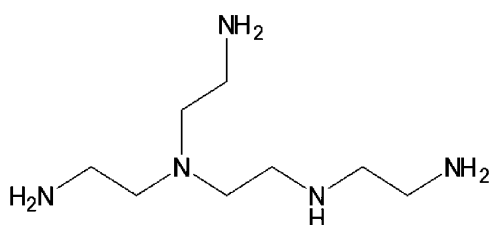
[請求項7]

前記アミン化合物が、前記式 (I) ～ 式 (I I I) のいずれかで表されるアミン化合物として、次の式 (I a)、式 (I I a)、式 (I I I a)、及び式 (I I I b) で表される各々のアミン化合物を含む請求項 6 に記載の重金属処理剤。

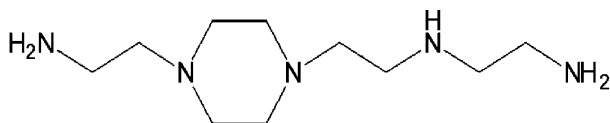
[化7]



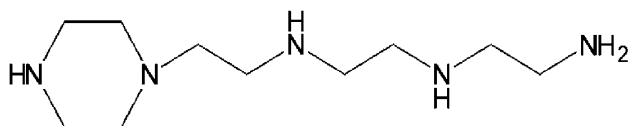
(I a)



(I I a)



(I I I a)



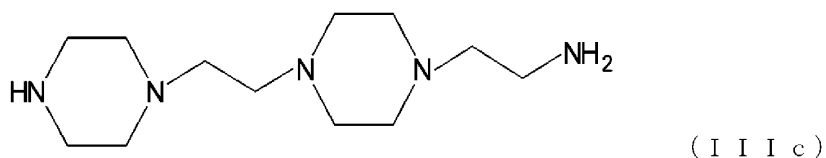
(I I I b)

[請求項8]

前記アミン化合物が、前記式 (I I I) で表されるアミン化合物として、更に次の式 (I I I c) で表されるアミン化合物を含む請求項

7 に記載の重金属処理剤。

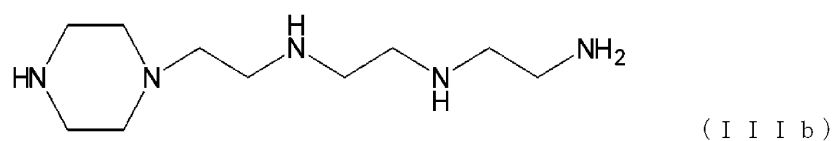
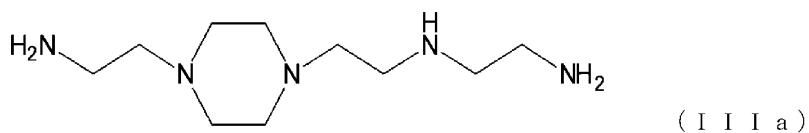
[化8]



[請求項9] 前記アミン化合物が、前記式 (I I I) で表されるアミン化合物を含み、前記式 (I I I) で表されるアミン化合物の量が、10.0%以上80.0%以下である請求項1～8のいずれか一項に記載の重金属処理剤。

[請求項10] 前記アミン化合物が、前記式 (I I I) で表されるアミン化合物として、次の式 (I I I a) 及び式 (I I I b) で表される各々のアミン化合物を含み、前記式 (I I I a) のアミン化合物及び前記式 (I I I b) のアミン化合物の合計量が、10.0%以上50.0%以下である請求項1～9のいずれか一項に記載の重金属処理剤。

[化9]



[請求項11] 前記アミン化合物が、前記式 (I I) で表されるアミン化合物を含み、前記式 (I I) で表されるアミン化合物の量が、5.0%以上30.0%以下である請求項1～10のいずれか一項に記載の重金属処理剤。

[請求項12] 前記ジチオカルバミン酸塩がジチオカルバミン酸ナトリウム塩である請求項1～11のいずれか一項に記載の重金属処理剤。

- [請求項13] 処理対象が周期表の第6～16族の元素又はその化合物である請求項1～12のいずれか一項に記載の重金属処理剤。
- [請求項14] 請求項1～13のいずれか一項に記載の重金属処理剤を、焼却灰に添加する工程を含む、周期表の第6、12、14族の少なくともいずれかの元素又はその化合物を含有する焼却灰の処理方法。
- [請求項15] 前記焼却灰の環境庁13号試験の溶出液のpHが11.5以上である、請求項14に記載の焼却灰の処理方法。
- [請求項16] 請求項1～13のいずれか一項に記載の重金属処理剤と、鉄系無機凝集剤及び／又はアルミニウム系無機凝集剤を被処理水に添加する工程を含む、周期表の第6～16族の元素又はその化合物を含有する廃水の処理方法。
- [請求項17] 請求項1～13のいずれか一項に記載の重金属処理剤及び高分子凝集剤を被処理水に添加する工程を含む、周期表の第6～16族の元素又はその化合物を含有する廃水の処理方法。
- [請求項18] 請求項1～13のいずれか一項に記載の重金属処理剤と、高分子凝集剤及び、鉄系無機凝集剤及び／又はアルミニウム系無機凝集剤を被処理水に添加する工程を含む、周期表の第6～16族の元素又はその化合物を含有する廃水の処理方法。