

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 5 部門第 3 区分

【発行日】平成30年4月5日 (2018.4.5)

【公開番号】特開2016-223725(P2016-223725A)

【公開日】平成28年12月28日 (2016.12.28)

【年通号数】公開・登録公報2016-070

【出願番号】特願2015-112080(P2015-112080)

【国際特許分類】

F 2 8 F 19/06 (2006.01)

F 2 8 F 21/08 (2006.01)

F 2 8 D 1/053 (2006.01)

C 2 2 C 21/00 (2006.01)

B 2 3 K 35/28 (2006.01)

B 2 3 K 35/22 (2006.01)

B 2 3 K 35/14 (2006.01)

【 F I 】

F 2 8 F 19/06 A

F 2 8 F 19/06 B

F 2 8 F 21/08 B

F 2 8 D 1/053 A

C 2 2 C 21/00 D

C 2 2 C 21/00 E

C 2 2 C 21/00 J

B 2 3 K 35/28 3 1 0 B

B 2 3 K 35/22 3 1 0 E

B 2 3 K 35/14 F

【手続補正書】

【提出日】平成30年2月22日 (2018.2.22)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】熱交換器およびその製造方法

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

この発明は熱交換器およびその製造方法に関し、さらに詳しくいえば、たとえば自動車などの車両に搭載されるカーエアコン用コンデンサとして用いられる熱交換器およびその製造方法に関する。

【 0 0 0 2 】

この明細書および特許請求の範囲において、「アルミニウム」という用語には、純アルミニウムの他にアルミニウム合金を含むものとする。また、元素記号で表現された材料は純材料を意味し、「A 1 合金」という用語はアルミニウム合金を意味するものとする。

【 0 0 0 3 】

また、この明細書において、「自然電位」とは、5 % N a C l、p H 3 (酸性)の水溶液中における標準電極としての飽和カロメル電極 ( S . C . E ) に対する材料が持つ電極電位を意味するものである。

## 【背景技術】

## 【0004】

カーエアコン用コンデンサに用いられる熱交換器として、長手方向を同方向に向けるとともに幅方向を通風方向に向けた状態で、厚み方向に間隔をおいて配置された複数のアルミニウム押出型材製扁平状熱交換管と、長手方向を熱交換管の並び方向に向けた状態で熱交換管の長手方向両端側に配置され、かつ熱交換管の両端部が接続されたヘッダタンクと、隣り合う熱交換管どうしの間および両端の熱交換管の外側に配置されて熱交換管にろう付されたアルミニウム製コルゲート状フィンと、両端のフィンの外側に配置されてフィンにろう付されたアルミニウム製サイドプレートとを備えており、ヘッダタンクが、両面にろう材層を有するアルミニウムブレーシングシートを筒状に成形して両側縁部どうしの突き合わせ部をろう付することにより形成され、かつ両端が開口した筒状のアルミニウム製タンク本体と、タンク本体の両端にろう付されてその両端開口を閉鎖するアルミニウム製閉鎖部材とからなり、タンク本体に、長手方向を通風方向に向けた長穴からなる複数の管挿入穴が、タンク本体の長手方向に間隔をおいて形成され、熱交換管の端部が、管挿入穴内に挿入されてタンク本体にろう付されているものが広く知られている。

## 【0005】

上述した熱交換器の製造方法として、本出願人は、先に、たとえば Cu 0.3 ~ 0.6 質量%、Mn 0.1 ~ 0.4 質量%を含み、残部 Al および不可避不純物よりなる Al 合金からなる押出型材製管材本体、および管材本体の外周面全体を覆うように形成された  $2 \sim 8 \text{ g/m}^2$  の Zn 溶射層とによって構成されている熱交換器用管材と、Zn 2.3 ~ 2.7 質量%、Mn 1.1 ~ 1.3 質量%を含み、残部 Al および不可避不純物よりなる Al 合金で形成された芯材と、Si 7.9 ~ 9.5 質量%、Cu 0.1 ~ 0.3 質量%、Mn 0.1 ~ 0.3 質量%を含み、残部 Al および不可避不純物よりなる Al 合金で形成され、かつ芯材の両面を覆うろう材とからなるブレーシングシートによって形成されている熱交換器用フィン材とをろう付することを含む方法を提案した(特許文献1参照)。

## 【0006】

しかしながら、特許文献1記載の方法により製造された熱交換器の熱交換管はアルミニウム押出型材製であるので、その管壁の薄肉化には限界があり、熱交換管、ひいては熱交換器全体のさらなる軽量化を図ることができない。

## 【0007】

そこで、特許文献1記載の方法により軽量化を図りうる熱交換器として、本出願人は、先に、たとえば熱交換管が、芯材と、芯材の両面を覆うろう材とからなる熱交換素材を曲げて扁平中空状体を得るとともに、当該扁平中空状体の継ぎ目部分をろう付することによりつくられたものが用いられている熱交換器を提案した(特許文献2参照)。

## 【0008】

しかしながら、特許文献2記載の熱交換器において、熱交換管の薄肉化を図った上で要求される耐食性を確保するには、熱交換管の管壁に発生する腐食の深さを浅くする必要がある。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0009】

【特許文献1】特許第4431361号公報

【特許文献2】特開2013-250018号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0010】

この発明の目的は、上記問題を解決し、熱交換管の薄肉化を図った上で要求される耐食性を確保しうる熱交換器およびその製造方法を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0011】

本発明は、上記目的を達成するために以下の態様からなる。

【0012】

1) 長手方向を同方向に向けるとともに幅方向を通風方向に向けた状態で、厚み方向に間隔をおいて配置された複数の扁平状熱交換管と、隣り合う熱交換管間に配置されて熱交換管にろう付されたフィンとを有する熱交換器において、

熱交換管が、Cu 0.3 ~ 0.5 質量%、Mn 0.6 ~ 1.0 質量%、Ti 0.05 ~ 0.15 質量%を含み、残部Alおよび不可避不純物からなるAl合金で形成された芯材と、Si 7.0 ~ 8.0 質量%、Zn 2.0 ~ 3.0 質量%を含み、残部Alおよび不可避不純物からなるAl合金で形成され、かつ芯材の片面を覆う第1ろう材と、Si 9.5 ~ 10.5 質量%を含み、残部Alおよび不可避不純物からなるAl合金で形成され、かつ芯材の他面を覆う第2ろう材とからなる肉厚170  $\mu$ m以上のブレージングシートが、第1ろう材が外側に来るように曲げられて扁平中空状の熱交換管素材とされるとともに、熱交換管素材の必要部分をろう付することによりつくられており、フィンがアルミニウムベア材からなり、

熱交換管の管壁が、前記芯材からなる芯材層と、前記第1ろう材からなりかつ芯材層の外面を覆う第1ろう材層と、前記第2ろう材からなりかつ芯材層の内面を覆う第2ろう材層とよりなり、芯材層の外表面層部にZn拡散層が形成されるとともに、当該Zn拡散層の最深部分が熱交換管の管壁の最外面から70 ~ 100  $\mu$ mの深さ位置にあり、熱交換管の管壁の最外面のZn濃度が0.55 質量%以上であり、前記Zn拡散層に、芯材層と第1ろう材層との境界部分の自然電位よりも41 mV以上高くなった自然電位を有する高電位部分が存在している熱交換器。

【0013】

2) フィンが、Mn 1.0 ~ 1.5 質量%、Zn 1.2 ~ 1.8 質量%を含み、残部Alおよび不可避不純物からなるAl合金で形成されている上記1)記載の熱交換器。

【0014】

3) 上記1)記載の熱交換器を製造する方法であって、

Cu 0.3 ~ 0.5 質量%、Mn 0.6 ~ 1.0 質量%、Ti 0.05 ~ 0.15 質量%を含み、残部Alおよび不可避不純物からなるAl合金で形成された芯材と、Si 7.0 ~ 8.0 質量%、Zn 2.0 ~ 3.0 質量%を含み、残部Alおよび不可避不純物からなるAl合金で形成され、かつ芯材の片面を覆う第1ろう材と、Si 9.5 ~ 10.5 質量%を含み、残部Alおよび不可避不純物からなるAl合金で形成され、かつ芯材の他面を覆う第2ろう材とからなる肉厚170  $\mu$ m以上のブレージングシートを曲げて扁平中空状の熱交換管素材をつくとともに、熱交換管素材の必要部分をろう付して熱交換管を形成すること、ならびに熱交換管の形成と同時に形成された熱交換管とアルミニウムベア材製フィンとをろう付することを含む熱交換器の製造方法。

【0015】

4) 熱交換管素材を形成するブレージングシートにおける第1ろう材のクラッド率が16 ~ 22%である上記3)記載の熱交換器の製造方法。

【0016】

5) フィンが、Mn 1.0 ~ 1.5 質量%、Zn 1.2 ~ 1.8 質量%を含み、残部Alおよび不可避不純物からなるAl合金で形成されている上記3)または4)記載の熱交換器の製造方法。

【発明の効果】

【0017】

上記1)および2)の熱交換器によれば、熱交換管の管壁が、前記芯材からなる芯材層と、前記第1ろう材からなりかつ芯材層の外面を覆う第1ろう材層と、前記第2ろう材からなりかつ芯材層の内面を覆う第2ろう材層とよりなり、芯材層の外表面層部にZn拡散層が形成されるとともに、当該Zn拡散層の最深部分が熱交換管の管壁の最外面から70 ~ 100  $\mu$ mの深さ位置にあり、熱交換管の管壁の最外面のZn濃度が0.55 質量%以上であり、前記Zn拡散層に、芯材層と第1ろう材層との境界部分の自然電位よりも41 mV

以上高くなった自然電位を有する高電位部分が存在しているので、熱交換管の管壁の外表面からの腐食が前記高電位部分で止まることになる。したがって、腐食深さを浅くすることができ、熱交換管の耐食性が向上する。その結果、熱交換管の管壁の薄肉化を図ることが可能となり、熱交換管の軽量化、ひいては熱交換器の軽量化を図ることができる。

【0018】

上記2)の熱交換器によれば、フィンにベア材を使用することにより、ブレージングシートを使用した場合に比べて耐食性が向上する。

【0019】

上記3)～5)の製造方法によれば、上記1)の熱交換器を比較的簡単に製造することができる。

【0020】

上記5)の製造方法によれば、フィンにベア材を使用することにより、ブレージングシートを使用した場合に比べて耐食性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】この発明の熱交換器を適用したカーエアコン用コンデンサの全体構成を示す斜視図である。

【図2】図1のA-A線拡大断面図である。

【図3】図2の部分拡大図である。

【図4】実施例において製造したコンデンサの5つの熱交換管における管壁最外面のZn濃度と、Zn拡散層の最深部分の深さ位置とを示すグラフである。

【図5】実施例において製造したコンデンサの1つの熱交換管における管壁最外面からの異なる深さ位置の自然電位を示すグラフである。

【図6】比較例において製造したコンデンサの1つの熱交換管における管壁の最外面からの異なる深さ位置の自然電位を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、この発明の実施形態を、図面を参照して説明する。この実施形態は、この発明の熱交換器をカーエアコン用コンデンサに適用したものである。

【0023】

図1はこの発明の熱交換器を適用したカーエアコン用コンデンサの全体構成を示し、図2および図3はその要部の構成を示す。

【0024】

なお、以下の説明において、図1の上下、左右を上下、左右というものとする。

【0025】

図1において、カーエアコン用のコンデンサ(1)は、長手方向を左右方向に向けるとともに幅方向を通風方向に向けた状態で、上下方向(熱交換管(2)の厚み方向)に間隔をおいて配置された複数のアルミニウム製扁平状熱交換管(2)と、隣り合う熱交換管(2)どうしの間、および上下両端の熱交換管(2)の外側に配置されて熱交換管(2)にろう付されたアルミニウムベア材製コルゲートフィン(3)と、長手方向を上下方向(熱交換管(2)の並び方向)に向けた状態で左右方向に間隔をおいて配置され、かつ熱交換管(2)の左右両端部が接続された1対のアルミニウム製ヘッダタンク(4)(5)と、上下両端のコルゲートフィン(3)の外側に配置されてコルゲートフィン(3)にろう付されたアルミニウム製サイドプレート(6)とを備えており、図1および図2に矢印Wで示す方向に風が流れるようになっている。

【0026】

左側ヘッダタンク(4)は、高さ方向の中央部よりも上方において仕切板(7)により上下2つのヘッダ部(4a)(4b)に仕切られ、右側ヘッダタンク(5)は、高さ方向の中央部よりも下方において仕切板(7)により上下2つのヘッダ部(5a)(5b)に仕切られている。左側ヘッダタンク(4)の上ヘッダ部(4a)に流体入口(図示略)が形成され、流体入口に通じる流入路(8a)を有するアルミニウム製入口部材(8)が上ヘッダ部(4a)にろう付されている。また、右

側ヘッダタンク(5)の下ヘッダ部(5b)に流体出口(図示略)が形成され、流体出口に通じる流出路(9a)を有するアルミニウム製出口部材(9)が下ヘッダ部(5b)にろう付されている。そして、入口部材(8)を通して左側ヘッダタンク(4)の上ヘッダ部(4a)内に流入した冷媒は、左側ヘッダタンク(4)の仕切板(7)よりも上方に位置する熱交換管(2)内を右方に流れて右側ヘッダタンク(5)の上ヘッダ部(5a)内の上部に流入し、上ヘッダ部(5a)内を下方に流れて左側ヘッダタンク(4)の仕切板(7)と右側ヘッダタンク(5)の仕切板(7)との間の高さ位置にある熱交換管(2)内を左方に流れて左側ヘッダタンク(4)の下ヘッダ部(4b)内の上部に流入し、下ヘッダ部(4b)内を下方に流れて右側ヘッダタンク(5)の仕切板(7)よりも下方に位置する熱交換管(2)内を右方に流れて右側ヘッダタンク(5)の下ヘッダ部(5b)内に流入し、出口部材(9)を通してコンデンサ(1)の外部に流出する。

【0027】

図2に示すように、扁平状熱交換管(2)は、上下方向に間隔をおいて互いに対向する1対の平坦壁(11)(12)と、両平坦壁(11)(12)の管幅方向両側縁部どうしの間に設けられた2つの側壁(13)と、両側壁(13)の内側にそれぞれ設けられた補強部材(14)と、扁平状熱交換管(2)の内部に設けられて内部空間を管長さ方向にのびる複数の冷媒通路(15)に仕切る波状の仕切部材(16)とを備えている。

【0028】

扁平状熱交換管(2)の下側平坦壁(12)は全体が一体に形成され、上側平坦壁(11)は管幅方向に並んだ2つの分割壁(22)により形成されている。下側平坦壁(12)の管幅方向両側縁部と両分割壁(22)の管幅方向外側縁部との間に、それぞれ管高さ方向(上下方向)にのびかつ横断面形状が管幅方向外方に突出した円弧状である側壁(13)が設けられている。扁平状熱交換管(2)の上側平坦壁(11)の両分割壁(22)における管幅方向内側縁部に、それぞれ下側平坦壁(11)側に突出しかつ先端が下側平坦壁(11)に当接した状態で下側平坦壁(11)にろう付された突出壁(23)が一体に形成されており、両突出壁(23)が相互にろう付されている。突出壁(23)の先端に、仕切部材(16)が管幅方向外側に張り出すように一体に形成されている。

【0029】

仕切部材(16)は、管長さ方向(左右方向)にのびるとともに管幅方向に並んで設けられ、かつ隣り合う冷媒通路(15)どうしを隔てる複数の仕切壁(24)と、管幅方向に隣り合う仕切壁(24)どうしを管高さ方向(上下方向)の両端で交互に連結し、かつ両平坦壁(11)(12)内面にろう付された横断面円弧状の連結部(25)とよりなる。そして、各仕切部材(16)における管幅方向外端部の仕切壁(24)の管高さ方向の一端部に連なるように、補強部材(14)が一体に形成されており、ここでは、補強部材(14)の管高さ方向の一端部である上端部が、管幅方向外端部の仕切壁(24)の管高さ方向の一端部である上端部に連なっている。

【0030】

熱交換管(2)は、Cu 0.3~0.5質量%、Mn 0.6~1.0質量%、Ti 0.05~0.15質量%を含み、残部Alおよび不可避不純物からなるAl合金で形成された芯材と、Si 7.0~8.0質量%、Zn 2.0~3.0質量%を含み、残部Alおよび不可避不純物からなるAl合金で形成され、かつ芯材の片面を覆う第1ろう材と、Si 9.5~10.5質量%を含み、残部Alおよび不可避不純物からなるAl合金で形成され、かつ芯材の他面を覆う第2ろう材とからなる肉厚170 $\mu$ m以上の熱交換管素材用ブレージングシートが、第1ろう材が外側に来るように曲げられて扁平中空状の熱交換管素材とされるとともに、熱交換管素材の必要部分をろう付することによりつくられている。

【0031】

熱交換管素材用ブレージングシートの芯材には、不可避不純物として、Si 0.2質量%以下、Fe 0.3質量%以下およびZn 0.1質量%以下が含まれている。Fe含有量が多いと、腐食速度が速くなって耐食性が不十分となり、Zn含有量が多いと、Zn拡散層と、芯材層および第1ろう材層の境界部分との電位差を十分に確保できないからである。なお、不可避不純物としてのSi、FeおよびZnの含有量は0の場合もある。

【0032】

熱交換管素材用ブレージングシートの第1ろう材には、不可避不純物として、Fe 0.5質量%以下、Cu 0.25質量%以下およびMn 0.1質量%以下が含まれている。Fe含有量が多いと、腐食速度が速くなって耐食性が不十分となり、Cu含有量が多いと、Zn拡散層と、芯材層および第1ろう材層の境界部分との電位差を十分に確保できないからである。なお、不可避不純物としてのFe、CuおよびMnの含有量は0の場合もある。

#### 【0033】

熱交換管素材用ブレージングシートの第2ろう材には、不可避不純物として、Fe 0.5質量%以下、Cu 0.25質量%以下、Mn 0.1質量%以下およびZn 0.05質量%以下が含まれている。Fe含有量が多いと、腐食速度が速くなって耐食性が不十分となり、Zn含有量が多いと、耐食性が不十分になるからである。なお、不可避不純物としてのFe、Cu、MnおよびZnの含有量は0の場合もある。

#### 【0034】

熱交換管(2)が上述したブレージングシートを用いてつくられていることから、図3に示すように、熱交換管(2)の管壁(30)は、前記ブレージングシートの芯材からなる芯材層(31)と、前記ブレージングシートの第1ろう材からなりかつ芯材層(31)の外面を覆う第1ろう材層(32)と、前記ブレージングシートの第2ろう材からなりかつ芯材層(31)の内面を覆う第2ろう材層(33)とよりなる。芯材層(31)の外面表層部にはZn拡散層(34)が形成されるとともに、Zn拡散層(34)の最深部分が熱交換管(2)の管壁(30)の最外面から70~100μmの深さ位置にある。また、熱交換管(2)の管壁(30)の最外面のZn濃度は0.55質量%以上であり、Zn拡散層(34)に、芯材層(31)と第1ろう材層(32)との境界部分(35)の自然電位よりも41mV以上高くなった自然電位を有する高電位部分が存在している。管壁(30)における芯材層(31)と第1ろう材層(32)との境界部分(35)は、管壁(30)の最外面から17.7~35.5μmの深さ位置に存在する。なお、ろう付の際にろう材が流れるので、芯材層(31)と第2ろう材層(33)との境界部分(36)を特定することはできない。ここで、熱交換管(2)の管壁(30)とは、下側平坦壁(11)、上側平坦壁(12)を形成する分割壁(22)および両側壁(13)である。

#### 【0035】

なお、上述した熱交換管素材用ブレージングシートの肉厚を170μm以上としたのは、次の理由による。すなわち、熱交換管(2)の管壁(30)の芯材層(31)に形成されるZn拡散層(34)の最深部分が熱交換管(2)の管壁(30)の最外面から70~100μmの深さ位置にあるので、前記熱交換管素材用ブレージングシートの肉厚が170μm未満であると、管壁(30)の全肉厚に対するZn拡散層(34)の厚みの比率が大きくなり、熱交換管(2)の管壁(30)の外面からの腐食がZn拡散層(34)に存在する前記高電位部分で止まったとしても、熱交換管(2)の十分な耐食性および耐圧性が確保できなくなる。

#### 【0036】

コルゲートフィン(3)は、Mn 1.0~1.5質量%、Zn 1.2~1.8質量%を含み、残部Alおよび不可避不純物からなるAl合金で形成されていることが好ましい。コルゲートフィン(3)において、Mn含有量を1.0~1.5質量%としたのは、Mn含有量が少なすぎると、コルゲートフィン(3)自体の強度を十分に確保することができず、多すぎると強度が高くなりすぎて成形性が低下するからである。また、コルゲートフィン(3)において、Zn含有量を1.2~1.8質量%としたのは、Zn含有量が少なすぎるとコルゲートフィン(3)が犠牲陽極として働かなくなってしまうと熱交換管(2)の耐食性が低下し、多すぎるとコルゲートフィン(3)の耐食性が不十分になるからである。

#### 【0037】

コルゲートフィン(3)には、不可避不純物として、Si 0.6質量%以下、Fe 0.5質量%以下、Cu 0.05質量%以下およびCr 0.12質量%以下が含まれている。Fe含有量が多いとコルゲートフィン(3)の耐食性が不十分になり、Cu含有量が多いとコルゲートフィン(3)が犠牲陽極として働かなくなって熱交換管(2)の耐食性が低下するからである。なお、不可避不純物としてのSi、Fe、CuおよびCrの含有量は0の場合も

ある。

【 0 0 3 8 】

左右のヘッダタンク(4)(5)は、両端が開口した筒状のアルミニウム製タンク本体(26)と、タンク本体(26)の両端部にろう付されてタンク本体(26)の両端開口を閉鎖するアルミニウム製閉鎖部材(27)とからなる。タンク本体(26)は、適当な合金組成を有するアルミニウム製芯材、および適当な合金組成を有しかつ芯材の両面を覆うアルミニウム製ろう材からなるブレージングシートを筒状に曲げて両側縁部が部分的に重ね合わされた筒状のタンク本体素材を得るとともに、タンク本体素材の側縁部どうしをろう付することによりつくられている。

【 0 0 3 9 】

仕切板(7)、閉鎖部材(27)、入口部材(8)および出口部材(9)は適当な材質のアルミニウムで形成されている。

【 0 0 4 0 】

コンデンサ(1)は、以下に述べる方法で製造される。

【 0 0 4 1 】

まず、上述した合金組成を有するA1合金製芯材と、上述した合金組成を有しかつ芯材の片面を覆うA1合金製第1ろう材と、上述した合金組成を有しかつ芯材の他面を覆うA1合金製第2ろう材とからなる肉厚が $170\mu\text{m}$ 以上であるブレージングシートを、第1ろう材が外面側にくるように曲げることにより、熱交換管(2)と同様な形状で、かつ各部がろう付されていない形状の熱交換管素材をつくる。熱交換素材用のブレージングシートにおける第1ろう材のクラッド率は $16\sim 22\%$ であることが好ましく、第2ろう材のクラッド率は $8\sim 10\%$ であることが好ましい。

【 0 0 4 2 】

また、上述した合金組成を有するベア材製コルゲートフィン(3)と、適当な合金組成を有するサイドプレート(6)、仕切板(7)、閉鎖部材(27)、入口部材(8)および出口部材(9)を用意する。

【 0 0 4 3 】

さらに、適当な合金組成を有するアルミニウム製芯材、および適当な合金組成を有しかつ芯材の両面を覆うアルミニウム製ろう材からなるブレージングシートを筒状に曲げて両側縁部が部分的に重ね合わされた筒状のタンク本体素材をつくる。

【 0 0 4 4 】

ついで、熱交換管素材とコルゲートフィン(3)とサイドプレート(6)とを組み合わせるとともに、タンク本体素材と閉鎖部材(27)と仕切板(7)とを組み合わせ、入口部材(8)および出口部材(9)を決められた位置に配置する。

【 0 0 4 5 】

その後、熱交換管素材、コルゲートフィン(3)、サイドプレート(6)、タンク本体素材、仕切板(7)、閉鎖部材(27)、入口部材(8)および出口部材(9)の組み合わせ体を所定温度に加熱することによって、熱交換管素材の必要部分をろう付して熱交換管(2)を形成するとともに、タンク本体素材の継ぎ目部分をろう付してタンク本体(26)を形成し、さらにタンク本体(26)と仕切板(7)および閉鎖部材(27)とをろう付してヘッダタンク(4)(5)を形成する。また、熱交換管(2)の形成およびヘッダタンク(4)(5)の形成と同時に、熱交換管(2)とヘッダタンク(4)(5)、熱交換管(2)とコルゲートフィン(3)、コルゲートフィン(3)とサイドプレート(6)、ヘッダタンク(4)(5)と入口部材(8)および出口部材(9)をろう付する。こうして、コンデンサ(1)が製造される。

【 0 0 4 6 】

コンデンサ(1)の製造に用いられる前記熱交換管素材用のブレージングシートにおいて、芯材のCu含有量を $0.3\sim 0.5$ 質量%に限定するとともに、第1ろう材のZn含有量を $2.0\sim 3.0$ 質量%に限定し、さらに第1ろう材のクラッド率を $16\sim 22\%$ が好ましいものとしたのは、次に述べる実験結果に基づくものである。

【 0 0 4 7 】

すなわち、表 1 に示す肉厚 1 8 0  $\mu$  m の 1 2 種類のブレージングシートを用意した。

【 0 0 4 8 】

【 表 1 】

	組成(質量%)						
	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Zn	Ti
第1ろう材	残	7.0-8.0	$\leq 0.5$	$\leq 0.25$	$\leq 0.1$	表2の通り	—
芯材	残	$\leq 0.2$	$\leq 0.3$	表2の通り	0.6-1.0	$\leq 0.1$	0.05-0.15
第2ろう材	残	9.5-10.5	$\leq 0.5$	$\leq 0.25$	$\leq 0.1$	$\leq 0.05$	—

【 0 0 4 9 】

なお、表 1 に示すブレージングシートにおける芯材の C u の含有量、第 1 ろう材の Z n の含有量、および第 1 ろう材のクラッド率は表 2 に示す通りである。また、第 2 ろう材のクラッド率は 1 0 % である。

【 0 0 5 0 】

【 表 2 】

テスト片	芯材Cu含有量(質量%)	第1ろう材Zn含有量(質量%)	第1ろう材クラッド率(%)	SWATT試験結果
1	0.40	2.0	11	×
2	0.40	2.0	16	○
3	0.40	2.0	22	○
4	0.40	3.0	11	×
5	0.40	3.0	16	○
6	0.40	3.0	22	○
7	0.05	2.0	11	×
8	0.05	2.0	16	×
9	0.05	2.0	22	×
10	0.05	3.0	11	×
11	0.05	3.0	16	×
12	0.05	3.0	22	×

【 0 0 5 1 】

ついで、1 2 種類のアリミニウムブレージングシートから 6 0 m m  $\times$  1 2 0 m m のテストピースを作成し、すべてのテストピースを、余熱室およびろう付室を窒素ガス雰囲気としたろう付炉中において、余熱室で 5 0 0  $\times$  1 0 分間加熱した後、ろう付室で 6 1 1  $\times$  1 0 分間加熱した。

【 0 0 5 2 】

その後、すべてのテストピースに対して A S T M G 8 5 - A 3 に基づく S W A T T 試験を行い、表面状態を観察した。その結果も表 2 に示す。表 2 の S W A T T 試験結果の欄における 印は浅い面腐食が発生していたことを示し、 $\times$  印は深い部分腐食が発生していたことを示す。

【 0 0 5 3 】

上述した実験結果から、熱交換管素材用のブレージングシートにおいて、芯材の C u 含有量を 0 . 3  $\sim$  0 . 5 質量%に限定するとともに、第 1 ろう材の Z n 含有量を 2 . 0  $\sim$  3 . 0 質量%に限定し、さらに第 1 ろう材のクラッド率を 1 6  $\sim$  2 2 % が好ましいものとした。

【 0 0 5 4 】



以下、この発明の具体的実施例を比較例とともに説明する。

#### 実施例

Cu 0.40 質量%、Mn 0.8 質量%、Ti 0.1 質量%を含み、残部 Al および不可避不純物からなる芯材と、Si 7.5 質量%、Zn 2.0 質量%を含み、残部 Al および不可避不純物からなり、かつ芯材の片面を覆う第1ろう材と、Si 10 質量%を含み、残部 Al および不可避不純物からなり、かつ芯材の他面を覆う第2ろう材とからなる熱交換管形成用アルミニウムブレージングシートを用意した。熱交換管形成用アルミニウムブレージングシートにおける第1ろう材のクラッド率は16%であり、第2ろう材のクラッド率は10%である。なお、芯材における不可避不純物としてのSi含有量は0.09 質量%、Fe含有量は0.09 質量%である。また、第1ろう材における不可避不純物としてのFe含有量は0.25 質量%、第2ろう材における不可避不純物としてのCu含有量は0.04 質量%、Fe含有量は0.28 質量%である。さらに、芯材、第1ろう材および第2ろう材における上述した不可避不純物を除いた他の不可避不純物元素の個々の含有量は0.05 質量%以下で、かつ当該他の不可避不純物元素の合計含有量は0.15 質量%である。

#### 【0055】

また、Mn 1.03 質量%、Zn 1.43 質量%を含み、残部 Al および不可避不純物からなるAl合金で形成されたベア材製コルゲートフィン(3)を用意した。コルゲートフィン(3)における不可避不純物としてのSi含有量は0.34 質量%、Fe含有量は0.44 質量%である。また、コルゲートフィン(3)における上述した不可避不純物を除いた他の不可避不純物元素の個々の含有量は0.05 質量%以下で、かつ当該他の不可避不純物元素の合計含有量は0.15 質量%である。

#### 【0056】

さらに、適当な合金組成を有する仕切板(7)、閉鎖部材(27)、入口部材(8)および出口部材(9)を用意した。さらに、適当な合金組成を有するアルミニウム製芯材と、適当な合金組成を有しかつ芯材の両面を覆うアルミニウム製ろう材とからなるタンク本体用のブレージングシートの幅方向の中央部に管挿入穴を形成した後、当該ブレージングシートを筒状に成形して両側縁部どうしを部分的に重ね合わせるにより、タンク本体(26)と同様な形状で、かつ両側縁部どうしがろう付されていない形状のタンク本体素材をつくった。

#### 【0057】

その後、上述した方法と同様にしてコンデンサ(1)を製造した。

#### 【0058】

製造されたコンデンサ(1)から5つの熱交換管(2)を切り出し、各熱交換管(2)の管壁(30)を観察したところ、管壁(30)の芯材層(31)の外面表層部にZn拡散層(34)が形成されていた。そして、Zn拡散層(34)の最深部分における管壁(30)最外面からの深さ位置、および管壁(30)最外面のZn濃度を測定したところ、図4に示す通り、Zn拡散層(34)の最深部分における管壁(30)の最外面からの深さ位置は70~100 μm、管壁(30)最外面のZn濃度は0.55 質量%以上であった。なお、管壁の肉厚は180 μmである。

#### 【0059】

また、製造されたコンデンサ(1)から1つの熱交換管(2)および当該熱交換管(2)にろう付されたコルゲートフィン(3)を切り取り、熱交換管(2)の管壁(30)最外面の自然電位、Zn拡散層(34)の自然電位、コルゲートフィン(3)の自然電位および熱交換管(2)とコルゲートフィン(3)との間に形成されたフィレットの自然電位を測定したところ、表3に示す通りとなった。

#### 【0060】

【表 3】

	熱交換管の 最外面	熱交換管の Zn拡散層	コルゲート フィン	フィレット
自然電位	-743mV	-708mV	-827mV	-757mV

## 【0061】

また、製造されたコンデンサ(1)から1つの熱交換管(2)を切り取り、管壁(30)最外面からの異なる深さ位置の自然電位を測定したところ、図5に示す通りとなった。なお、管壁(30)の肉厚は180 $\mu$ mであった。図5において、管壁(30)における芯材層(31)と第1ろう材層(32)との境界部分(35)は、直線Aで示す位置、すなわち最外面から28.8 $\mu$ mの深さ位置にあった。また、Zn拡散層(34)の最深部の深さ位置は、管壁(30)の最外面から100 $\mu$ mの深さ位置にあった。図5に示す結果から、Zn拡散層(34)に、芯材層(31)と第1ろう材層(32)との境界部分(35)の自然電位よりも41mV以上高くなっている部分が存在していることが分かる。

## 【0062】

さらに、製造されたコンデンサ(1)についてCCT試験を240日間行っ後、熱交換管(2)を5本切り出し、熱交換管(2)の管壁(30)の最外面からの腐食深さを測定したところ、最大腐食深さは46 $\mu$ mであった。

## 比較例

Cu0.4質量%、Mn0.8質量%、Ti0.1質量%を含み、残部Alおよび不可避不純物からなる芯材と、Si7.5質量%、Zn2.0質量%を含み、残部Alおよび不可避不純物からなり、かつ芯材の片面を覆う第1ろう材と、実施例と同じ合金組成の第2ろう材とからなる熱交換管形成用アルミニウムブレージングシートを用意した。熱交換管形成用アルミニウムブレージングシートにおける第1ろう材のクラッド率は16%であり、第2ろう材のクラッド率は10%である。なお、芯材における不可避不純物としてのSi含有量は0.1質量%、Fe含有量は0.1質量%、Zn含有量は0.01質量%である。また、第1ろう材における不可避不純物としてのCu含有量は0.02質量%、Fe含有量は0.27質量%である。また、芯材および両ろう材における上述した不可避不純物を除いた他の不可避不純物元素の個々の含有量は0.05質量%以下で、かつ当該他の不可避不純物元素の合計含有量は0.15質量%である。

## 【0063】

その他は、上述した実施例と同様の条件で、コンデンサを製造した。

## 【0064】

製造されたコンデンサから1つの熱交換管を切り取り、管壁最外面からの異なる深さ位置の自然電位を測定したところ、図6に示す通りとなった。なお、管壁の肉厚は225 $\mu$ mであった。図6において、管壁における芯材層と第1ろう材層との境界部分は、直線Bで示す位置、すなわち最外面から33.8 $\mu$ mの深さ位置にあった。また、Zn拡散層の最深部の深さ位置は、管壁の最外面から100 $\mu$ mの深さ位置にあった。図6に示す結果から、Zn拡散層には、芯材層と第1ろう材層との境界部分の自然電位よりも最大で29mV以上高くなっている部分が存在するだけであることが分かる。

## 【0065】

さらに、製造されたコンデンサについてCCT試験を240日間行っ後、熱交換管(2)を5本切り出し、熱交換管の管壁の最外面からの腐食深さを測定したところ、最大腐食深さは100 $\mu$ mであった。

## 【産業上の利用可能性】

## 【 0 0 6 6 】

この発明による熱交換器は、カーエアコン用コンデンサに好適に用いられる。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 6 7 】

- (1) : コンデンサ ( 熱交換器 )
- (2) : 扁平状熱交換管
- (3) : コルゲートフィン
- (30) : 管壁
- (31) : 芯材層
- (32) : 第 1 ろう材層
- (33) : 第 2 ろう材層
- (34) : Zn 拡散層
- (35) : 芯材層と第 1 ろう材層との境界部分