

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7464143号
(P7464143)

(45)発行日 令和6年4月9日(2024.4.9)

(24)登録日 令和6年4月1日(2024.4.1)

(51)国際特許分類	F I
C 2 1 D 9/573(2006.01)	C 2 1 D 9/573 1 0 1 Z
C 2 1 D 9/52 (2006.01)	C 2 1 D 9/52 1 0 2
C 2 1 D 1/18 (2006.01)	C 2 1 D 1/18 D
C 2 1 D 1/667(2006.01)	C 2 1 D 1/667
C 2 2 C 38/00 (2006.01)	C 2 2 C 38/00 3 0 1 U
請求項の数 14 (全15頁) 最終頁に続く	

(21)出願番号 特願2022-559513(P2022-559513)	(73)特許権者 000001258 J F E スチール株式会社 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号
(86)(22)出願日 令和4年7月29日(2022.7.29)	(74)代理人 100184859 弁理士 磯村 哲朗
(86)国際出願番号 PCT/JP2022/029364	(74)代理人 100123386 弁理士 熊坂 晃
(87)国際公開番号 WO2023/026773	(74)代理人 100196667 弁理士 坂井 哲也
(87)国際公開日 令和5年3月2日(2023.3.2)	(74)代理人 100130834 弁理士 森 和弘
審査請求日 令和4年10月18日(2022.10.18)	(72)発明者 吉本 宗司 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号 J F E スチール株式会社内
(31)優先権主張番号 特願2021-136141(P2021-136141)	(72)発明者 小林 弘和
(32)優先日 令和3年8月24日(2021.8.24)	
(33)優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP)	最終頁に続く

(54)【発明の名称】 焼入れ装置及び焼入れ方法並びに金属板の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

金属板を搬送しながら冷却する金属板の焼入れ装置であって、
搬送する前記金属板に冷却流体を噴射して冷却する複数のノズルを有する冷却装置と、
前記冷却装置により冷却された前記金属板を厚み方向に拘束しながら搬送する拘束ロールと、

前記拘束ロールを前記金属板の搬送方向に沿って移動させるロール移動装置と、
前記ロール移動装置の動作を制御して前記拘束ロールの位置を調整する移動制御装置と、
前記複数のノズルを移動させるノズル移動装置と、を備え、
前記ノズル移動装置は、前記複数のノズルのそれぞれに連通された冷却配管を互いに独立して前記搬送方向に沿って昇降させる昇降装置と、

前記金属板に対して前記複数のノズルを接近および離隔させるスライダと、を有し、
前記スライダは、前記複数のノズルを、前記拘束ロールと前記複数のノズルが前記搬送方向に互いに重なり合う位置、及び、互いに重なり合わない位置に移動可能とする金属板の焼入れ装置。

【請求項 2】

前記冷却装置は、前記金属板を浸漬させて冷却する冷却槽を有する請求項 1 に記載の金属板の焼入れ装置。

【請求項 3】

前記移動制御装置は、前記ロール移動装置の動作を制御し、前記金属板が目標温度にな

る位置で前記拘束ロールが前記金属板を拘束するように、前記拘束ロールを位置決めする請求項 1 に記載の金属板の焼入れ装置。

【請求項 4】

前記目標温度は、前記金属板のマルテンサイト変態が開始する M_s 点の温度を T_{Ms} ()、マルテンサイト変態が終了する M_f 点の温度を T_{Mf} () としたとき、 $(T_{Ms} + 150)$ () ~ $(T_{Mf} - 150)$ () の温度範囲に設定される請求項 3 に記載の金属板の焼入れ装置。

【請求項 5】

前記移動制御装置は、前記冷却装置による冷却開始位置から前記拘束ロールまでの距離を、前記金属板の搬送速度と、前記冷却装置による冷却開始時の前記金属板の冷却開始温度と、前記目標温度と、前記金属板の冷却速度とに基づいて設定し、設定した距離になるように前記拘束ロールの位置を移動させる請求項 3 又は 4 に記載の金属板の焼入れ装置。

10

【請求項 6】

前記移動制御装置は、前記金属板の搬送速度を v (mm/s)、冷却開始温度を T_1 ()、前記目標温度を T_2 ()、前記冷却装置による前記金属板の冷却速度を CV ($/s$) としたとき、前記冷却開始位置から前記拘束ロールまでの距離 d (mm) を式 (1) で求める請求項 5 に記載の金属板の焼入れ装置。

$$d = (T_1 - T_2) \times v / CV \quad (1)$$

【請求項 7】

前記移動制御装置には、前記冷却速度 CV が前記金属板の冷却条件を示す係数 と前記金属板の板厚 t によって、 $CV = \quad / t$ として設定されている請求項 6 に記載の金属板の焼入れ装置。

20

【請求項 8】

金属板を搬送しながら冷却する金属板の焼入れ方法であって、

前記金属板に複数のノズルから冷却流体を噴射して冷却し、当該冷却流体によって冷却した前記金属板を拘束ロールによって厚み方向に拘束するとき、前記金属板が目標温度になっている位置で前記金属板を拘束するように、前記拘束ロールを前記金属板の搬送方向に沿って移動させると共に、

前記搬送方向に沿って前記拘束ロールが移動することによって、前記複数のノズルのうち、前記拘束ロールと干渉するノズルを前記拘束ロールの移動する方向とは反対側に移動させる金属板の焼入れ方法。

30

【請求項 9】

前記目標温度は、前記金属板のマルテンサイト変態が開始する M_s 点の温度を T_{Ms} ()、マルテンサイト変態が終了する M_f 点の温度を T_{Mf} () としたとき、 $(T_{Ms} + 150)$ () ~ $(T_{Mf} - 150)$ () の温度範囲に設定される請求項 8 に記載の金属板の焼入れ方法。

【請求項 10】

前記拘束ロールの移動は、前記金属板の搬送速度と、冷却開始時の前記金属板の冷却開始温度と、前記目標温度と、前記金属板の冷却速度とに基づいて、冷却開始位置から前記拘束ロールまでの距離を設定し、

設定した距離になるように前記拘束ロールを移動させることを行う請求項 8 に記載の金属板の焼入れ方法。

40

【請求項 11】

前記冷却開始位置から前記拘束ロールまでの距離は、前記金属板の搬送速度を v (mm/s)、冷却開始温度を T_1 ()、前記目標温度を T_2 ()、前記金属板の冷却速度を CV ($/s$) としたとき、前記冷却開始位置から前記拘束ロールまでの距離 d (mm) を式 (1) で求める請求項 10 に記載の金属板の焼入れ方法。

$$d = (T_1 - T_2) \times v / CV \quad (1)$$

【請求項 12】

前記冷却速度 CV は、前記金属板の冷却条件を示す係数 と前記金属板の板厚 t によっ

50

て、 $CV = \quad / t$ として設定されている請求項 1 1 に記載の金属板の焼入れ方法。

【請求項 1 3】

請求項 8 ~ 1 2 のいずれか 1 項に記載の金属板の焼入れ方法を用いる、金属板の製造方法。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 に記載の方法で得られた金属板に、溶融亜鉛めっき処理、電気亜鉛めっき処理、もしくは合金化溶融亜鉛めっき処理のいずれかを行う金属板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、金属板を連続的に搬送しながら焼鈍を行う焼入れ装置及び焼入れ方法並びに金属板の製造方法に関する。

【0002】

金属板を連続的に搬送しながら焼鈍を行う連続焼鈍設備において、金属板が加熱後に冷却されて相変態を起こすことにより、金属板組織の造り込みが行われる。特に、自動車業界では車体の軽量化と衝突安全性の両立を目的として、薄肉化した高張力鋼板（ハイテン）の需要が増している。高張力鋼板の製造時には、鋼板を急速に冷却する技術が重要となる。金属板の冷却速度が最も速い技術の 1 つとして、水焼入れ法が知られている。水焼入れ法では、加熱された金属板が水中に浸漬すると同時に、水中内に設けられたクエンチノズルにより冷却水が金属板に噴射されることで、金属板の焼入れが行われる。

【0003】

金属板の焼入れ時には、金属板に反りや波状変形等の形状不良が発生する。これは、急冷されることによる金属板の熱収縮等に起因する。特に、金属板の温度が、マルテンサイト変態が開始する温度 M_s からマルテンサイト変態が終了する温度 M_f となったときに、急激な熱収縮と変態膨張が同時に生じる。

【0004】

そこで、従来から、焼入れ時における金属板の形状不良を防止するために様々な手法が提案されている（例えば特許文献 1、2 参照）。特許文献 1 には、金属板のマルテンサイト変態が開始する M_s 点の温度を T_{Ms} （ \quad ）、マルテンサイト変態が終了する M_f 点の温度を T_{Mf} （ \quad ）としたとき、金属板の温度が $(T_{Ms} + 150)$ （ \quad ）から $(T_{Mf} - 150)$ （ \quad ）範囲において、冷却液体中に設けられた一对の拘束ロールにより金属板を拘束する手法が提案されている。

【0005】

特許文献 2 には、金属板の表面に複数の水噴出ノズルから水を噴射することで冷却する焼入れ方法を行う際に、拘束ロールによって金属板を拘束しつつ、可動マスキングによって冷却流体による金属板の冷却開始位置と拘束ロールとの距離を制御することが開示されている。さらに、特許文献 1 と同様、金属板のマルテンサイト変態が開始する M_s 点の温度を T_{Ms} （ \quad ）、マルテンサイト変態が終了する M_f 点の温度を T_{Mf} （ \quad ）としたとき、金属板を $(T_{Ms} + 150)$ （ \quad ）～ $(T_{Mf} - 150)$ （ \quad ）の温度で拘束ロールを通過させる手法が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】特許第 6094722 号公報

【文献】特開 2019-90106 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献 1 に記載された方法では、金属板の製造条件によって、金属板の温度が $(T_{Ms} + 150)$ （ \quad ）～ $(T_{Mf} - 150)$ （ \quad ）の範囲となる位置が変化

10

20

30

40

50

する。このため、金属板の温度が $(T_{Ms} + 150)$ () ~ $(T_{Mf} - 150)$ () となる位置で拘束ロールが金属板を拘束できず、金属板の形状にバラツキが発生してしまう可能性がある。

【0008】

特許文献2に記載された方法では、可動マスキングに衝突した水が重力によって落下し、可動マスキングの下部の水噴出ノズルから噴射された水に干渉することで、金属板の冷却能力が不安定になる。また、ノズルごとにマスキングされるため、冷却能力が段階的に（非連続的に）に変わり、その結果、金属板の温度が $(T_{Ms} + 150)$ () ~ $(T_{Mf} - 150)$ () となる位置が不安定になり、金属板の形状にバラツキが発生してしまう可能性がある。

10

【0009】

本発明は、このような課題を解決するためになされたものであり、金属板を拘束する位置での金属板の温度を高精度に制御し、焼入れ時に発生する金属板の形状のバラツキを抑制することができる焼入れ装置及び焼入れ方法並びに金属板製品の製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

[1] 金属板を搬送しながら冷却する金属板の焼入れ装置であって、搬送する前記金属板を冷却する冷却装置と、前記冷却装置により冷却された前記金属板を厚み方向に拘束しながら搬送する拘束ロールと、前記拘束ロールを前記金属板の搬送方向に沿って移動させるロール移動装置と、前記ロール移動装置の動作を制御して前記拘束ロールの位置を調整する移動制御装置と、を備える金属板の焼入れ装置。

20

[2] 前記冷却装置は、前記金属板に冷却流体を噴射して冷却する複数のノズルを有する[1]に記載の金属板の焼入れ装置。

[3] 前記冷却装置は、前記金属板を浸漬させて冷却する冷却槽を有する[1]又は[2]に記載の金属板の焼入れ装置。

[4] 前記移動制御装置は、前記ロール移動装置の動作を制御し、前記金属板が目標温度になる位置で前記拘束ロールが前記金属板を拘束するように、前記拘束ロールを位置決めする[1]~[3]のいずれかに記載の金属板の焼入れ装置。

[5] 前記目標温度は、前記金属板のマルテンサイト変態が開始する M_s 点の温度を T_{Ms} ()、マルテンサイト変態が終了する M_f 点の温度を T_{Mf} () としたとき、 $(T_{Ms} + 150)$ () ~ $(T_{Mf} - 150)$ () の温度範囲に設定される[4]に記載の金属板の焼入れ装置。

30

[6] 前記移動制御装置は、前記冷却装置による冷却開始位置から前記拘束ロールまでの距離を、前記金属板の搬送速度と、前記冷却装置による冷却開始時の前記金属板の冷却開始温度と、前記目標温度と、前記金属板の冷却速度とに基づいて設定し、設定した距離になるように前記拘束ロールの位置を移動させる[4]又は[5]に記載の金属板の焼入れ装置。

[7] 前記移動制御装置は、前記金属板の搬送速度を v (mm/s)、冷却開始温度を T_1 ()、前記目標温度を T_2 ()、前記冷却装置による前記金属板の冷却速度を CV (/s) としたとき、前記冷却開始位置から前記拘束ロールまでの距離 d (mm) を式(1)で求める[6]に記載の金属板の焼入れ装置。

40

$$d = (T_1 - T_2) \times v / CV \quad (1)$$

[8] 前記移動制御装置には、前記冷却速度 CV が前記金属板の冷却条件を示す係数と前記金属板の板厚 t によって、 $CV = \quad / t$ として設定されている[7]に記載の金属板の焼入れ装置。

[9] 金属板を搬送しながら冷却する金属板の焼入れ方法であって、冷却した前記金属板を拘束ロールによって厚み方向に拘束するとき、前記金属板が目標温度になっている位置で前記金属板を拘束するように、前記拘束ロールを搬送方向に沿って移動させる金属板の焼入れ方法。

50

[1 0] 前記目標温度は、前記金属板のマルテンサイト変態が開始する M_s 点の温度を T_{Ms} ()、マルテンサイト変態が終了する M_f 点の温度を T_{Mf} () としたとき、 $(T_{Ms} + 150)$ () ~ $(T_{Mf} - 150)$ () の温度範囲に設定される [9] に記載の金属板の焼入れ方法。

[1 1] 前記拘束ロールの移動は、前記金属板の搬送速度と、冷却開始時の前記金属板の冷却開始温度と、前記目標温度と、前記金属板の冷却速度とに基づいて、冷却開始位置から前記拘束ロールまでの距離を設定し、設定した距離になるように前記拘束ロールを移動させることで行う [9] 又は [1 0] に記載の金属板の焼入れ方法。

[1 2] 前記冷却開始位置から前記拘束ロールまでの距離は、前記金属板の搬送速度を v (mm / s)、冷却開始温度を T_1 ()、前記目標温度を T_2 ()、前記金属板の冷却速度を CV (/ s) としたとき、前記冷却開始位置から前記拘束ロールまでの距離 d (mm) を式 (1) で求める [1 1] に記載の金属板の焼入れ方法。

$$d = (T_1 - T_2) \times v / CV \quad (1)$$

[1 3] 前記冷却速度 CV は、前記金属板の冷却条件を示す係数 と前記金属板の板厚 t によって、 $CV = \quad / t$ として設定されている [1 2] に記載の金属板の焼入れ方法。

[1 4] [9] ~ [1 3] のいずれかに記載の金属板の焼入れ方法を用いる、高強度冷延鋼板の製造方法。

[1 5] [1 4] に記載の方法で得られた高強度鋼板に、溶融亜鉛めっき処理、電気亜鉛めっき処理、もしくは合金化溶融亜鉛めっき処理のいずれかを行う高強度鋼板の製造方法。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、金属板の焼入れ時に、金属板の温度に合わせて拘束ロールの位置を金属板の搬送方向に沿って調整することにより、冷却開始位置から拘束ロールまでの距離を制御して、焼入れ時に発生する金属板の形状のバラツキを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】本発明の実施形態に係る焼入れ装置を示す模式図である。

【図 2】金属板の反り量の定義の一例を示す模式図である。

【図 3】本発明例における搬送速度と目標温度との関係を示すグラフである。

【図 4】本発明例における搬送速度と金属板の反り量との関係を示すグラフである。

【図 5】比較例 1 における搬送速度と目標温度との関係を示すグラフである。

【図 6】比較例 1 における搬送速度と金属板の反り量との関係を示すグラフである。

【図 7】比較例 2 における搬送速度と目標温度との関係を示すグラフである。

【図 8】比較例 2 における搬送速度と金属板の反り量との関係を示すグラフである。

【図 9】本発明の実施形態に係る焼入れ装置の他の例における拘束ロールおよびノズルの移動を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。図 1 は本発明の実施形態に係る焼入れ装置を示す模式図である。なお、図 1 の焼入れ装置 1 は、例えば金属板 S として鋼材の焼入れを行うものであって、連続焼鈍炉の均熱帯の出側に設けられた冷却設備に適用される。図 1 の金属板 S の焼入れ装置 1 は、金属板 S を冷却する冷却装置 10 と、冷却された金属板 S を厚み方向に拘束する拘束ロール 20 とを備える。

【 0 0 1 4 】

冷却装置 10 は、冷却流体 CF を用いて金属板 S を冷却するものであり、冷却流体 CF を貯留する冷却槽 11 と、冷却槽 11 内に設置され、金属板 S の表面へ冷却流体 CF を噴射する複数のノズル 12 とを備える。冷却槽 11 には冷却流体 CF として水が貯留されており、例えば冷却槽 11 の上面から金属板 S が搬送方向 BD に向かって浸漬していく。なお、冷却槽 11 内には、金属板 S の搬送方向を変更するシンクロール 2 が設置されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 5 】

複数のノズル12は、例えばクエンチノズル等からなり、金属板Sの両面側のそれぞれに金属板Sの搬送方向に沿って設置されている。よって、金属板Sは、冷却槽11内の冷却流体CF及び複数のノズル12から噴射される冷却流体CFによって冷却される。このように、冷却槽11と複数のノズル12の双方を用いて金属板Sを冷却することにより、金属板Sの表面の沸騰状態を安定させ、均一な形状制御を行うことができる。

【 0 0 1 6 】

なお、冷却流体CFとして水を用いた水焼入れの場合について例示しているが、冷却流体CFとして油を用いた油冷であっても良い。また、図1において、複数のノズル12が冷却槽11内に設置されている場合について例示しているが、金属板Sを所望の温度範囲で冷却できる手法であれば、冷却方法はこれに限定されない。例えば、金属板Sを冷却槽11だけで冷却してもよいし、複数のノズル12だけで冷却するようにしてもよい。

【 0 0 1 7 】

冷却槽11内にノズル12を設置する場合、液体焼入れによる急速冷却において金属板Sとノズル12との間の距離は重要である。沸騰現象により発生する蒸気膜を液体噴流で破壊することで急速冷却を行うため、ノズル12は金属板Sに近接して設置することが望ましい。ノズル12の先端部と金属板Sとの間の距離は、好ましくは10mm以上150mm以内である。10mm未満の場合、変形してバタついた金属板Sとノズル12とが接触する可能性がある。また150mmを超える場合、蒸気膜の破壊効果が弱くなり、十分な冷却能力を確保することが困難となる可能性がある。

【 0 0 1 8 】

拘束ロール20は、冷却装置10により冷却された金属板Sを厚み方向に拘束するものであって、冷却槽11内の金属板Sの両面にそれぞれ設置されている。なお、図1においては、1対の拘束ロール20が対向するように設置されているが、拘束するものであれば搬送方向に沿ってずれた位置に設置されていてもよい。また、図1では1対の拘束ロール20が設置されている場合について例示しているが、搬送方向に沿って複数の1対の拘束ロール20が設置されていてもよい。

【 0 0 1 9 】

また、拘束ロール20のロール径はロール剛性と拘束応力に伴うたわみとの相関から、好ましくは、50mm以上300mm以内である。拘束ロール20の材質は限定されない。拘束ロール20として一般的な鋼ロールを用いた場合であって、ロール径が50mm未満の場合には、ロール剛性が不足し、たわみにより金属板Sに対し均一な拘束力を作用させることが困難となり、破損の可能性がある。また、ロール径が300mmよりも大きい場合には、ノズル12からの噴流が金属板Sに到達しない区間が長くなり、蒸気膜の破壊が不十分となり、冷却能力が低下する可能性がある。

【 0 0 2 0 】

拘束ロール20は、金属板Sの搬送方向に沿って、移動可能に設置されている。ここで、搬送方向とは金属板Sが搬送される方向を指す。具体的には、金属板Sの焼入れ装置1は、拘束ロール20を移動させるロール移動装置30と、拘束ロール20の移動を制御する移動制御装置40とを備える。ロール移動装置30は、例えばモータ等の公知の駆動手段を備えており、金属板Sの搬送方向に沿って、拘束ロール20を金属板Sの搬送方向BD、あるいは搬送方向BDとは逆方向へ移動させるように構成されている。具体的には、ロール移動装置30は、パワージャッキ、ネジ機構やギヤ機構によるスクリュース式昇降装置、また、転がりを利用する抵抗の少ないLinear Motion Guide (LMガイド)等の機械部品の組み合わせることで好適に製作できる。図1には、スクリュース式昇降装置によってロール移動装置30を構成した例を示してある。L字形のアーム31の一方の端部に拘束ロール20が回転可能に取り付けられている。アーム31の他方の端部側にネジ部32と、ネジ部32に噛み合う他のネジ部と、他のネジ部を駆動する駆動手段(それぞれ図示せず)とが設けられている。駆動手段は固定部(図示せず)に固定されている。したがって、駆動手段で発生させたトルクを受けて他のネジ部が回転すると、それに伴って搬送方

10

20

30

40

50

向 B D と互いに平行な方向にアーム 3 1 が移動する。

【 0 0 2 1 】

上述した駆動手段が液体に浸漬すると、当該駆動手段のメンテナンスが困難となる可能性がある。そのため、駆動手段は、冷却槽 1 1 の液面よりも上方に設置されることが好ましい。また、駆動手段は、高温となる炉内から遮蔽された空間に設置されることが好ましい。

【 0 0 2 2 】

ロール移動装置 3 0 は、拘束ロール 2 0 を金属板 S の厚み方向へ移動させ、金属板 S の拘束及び拘束の解除を行う機能を有していてもよい。また、移動させることができれば特に手法を問わないが、応答性を考慮すれば電動式がより好ましい。

10

【 0 0 2 3 】

移動制御装置 4 0 は、コンピュータ等のハードウェア資源からなっており、拘束ロール 2 0 の移動を制御する。特に、移動制御装置 4 0 は、ロール移動装置 3 0 の動作を制御し、金属板 S が目標温度になる位置 R P で拘束されるように、拘束ロール 2 0 を位置決めする。ここで、目標温度は、金属板 S のマルテンサイト変態が開始する M s 点の温度を T M s ()、マルテンサイト変態が終了する M f 点の温度を T M f () としたとき、(T M s + 1 5 0) () ~ (T M f - 1 5 0) () の温度範囲に設定されることが好ましい。これにより、金属板 S に急激な熱収縮と変態膨張とが同時に生じる位置で、金属板 S の変形を拘束ロール 2 0 によって拘束することができ、焼入れ時の金属板 S の変形を抑制することができる。

20

【 0 0 2 4 】

移動制御装置 4 0 は、冷却流体 C F による金属板 S の冷却開始位置 S P から拘束ロール 2 0 で拘束する目標温度になる位置 R P までの距離 d を算出し、算出した距離 d に基づいて拘束ロール 2 0 を移動させる。この際、移動制御装置 4 0 は、金属板 S の搬送速度 v (mm / s)、冷却開始温度 T 1 ()、拘束ロール 2 0 で拘束する目標温度 T 2 ()、冷却装置 1 0 による金属板 S の冷却速度 C V (/ s) を用いて距離 d を算出する。ここで、冷却開始温度 T 1 は、冷却流体 C F によって金属板 S の冷却を開始する冷却開始位置 S P 直前での金属板 S の温度である。例えば、冷却開始位置 S P や焼入れ装置 1 に至るまでの金属板 S の冷却状況に基づいて、冷却開始位置 S P に到達する直前の温度を算出することができる。具体的には、連続焼鈍炉の均熱帯の出側において、非接触タイプの温度計によって金属板 S の温度を測定する。そして、その温度と、焼入れ装置 1 に到達するまでの金属板 S の自然冷却による温度低下分とに基づいて冷却開始位置 S P に到達する直前あるいは到達時点の金属板 S の温度を算出することができる。上述した金属板 S の自然冷却による温度低下分は、実験によって予め求めることができる。なお、上記パラメータは、プロセスコンピューターの設定値、あるいは操業実績値から逐次取得してもよいし、速度センサもしくは温度センサ等を用いて実測してもよい。

30

【 0 0 2 5 】

具体的には、距離 d と冷却速度 C V (/ s) の関係は下記 (1) 式で表される。

【 0 0 2 6 】

$$C V = (T 1 - T 2) / (d / v)$$

$$d = (T 1 - T 2) \times v / C V \quad \dots (1)$$

40

【 0 0 2 7 】

冷却速度 C V (/ s) は、ノズル形状、又は噴射される冷却流体 C F の種類、温度及び噴射量等の冷却条件を示す係数 (/ mm / s) と、金属板 S の板厚 t とを用いて下記 (3) 式で表すことができる。

【 0 0 2 8 】

$$C V = \quad / t \quad \dots (2)$$

【 0 0 2 9 】

(1) 式に (2) 式を代入すると、距離 d は下記 (3) 式で表すことができる。

【 0 0 3 0 】

50

$$d = (T_1 - T_2) \times v \times t / \dots (3)$$

【0031】

移動制御装置40には、事前に実験や数値解析等によって求められた冷却速度 CV ($/s$)、もしくは ($\cdot mm/s$) が記憶されている。そして、移動制御装置40は、(1)式もしくは(3)式を用いて距離 d を求め、求めた距離 d の位置で金属板 S を拘束するように、拘束ロール20を移動させる。なお、冷却速度 CV は、板厚等に応じて定まる値であり、板厚 $1 \sim 2 mm$ では冷却速度 $CV = 1000 \sim 2000$ ($/s$) となり、 $= 500 \sim 2000$ ($\cdot mm/s$) である。そこで、移動制御装置40において、冷却速度 CV が上記範囲の中間の 1500 ($/s$) に設定されていてもよい。この場合は、 CV を中間値の 1250 ($\cdot mm/s$) として扱ってもよい。このように、上述した冷却速度 CV と板厚 t と式(2)によって求められる冷却条件が設定されていてもよい。

10

【0032】

図1を参照して本発明の焼入れ方法及び金属板 S の製造方法について説明する。まず、金属板 S が搬送されながら冷却装置10によって冷却され、金属板 S の焼入れが行われる。このとき、位置 RP で目標温度 T_2 になっている金属板 S の厚み方向を拘束するように、拘束ロール20が搬送方向に沿って移動する。このとき、移動制御装置40において、上記式(1)もしくは式(3)を用いて距離 d が算出され、算出された距離 d の位置で金属板 S を拘束するように、拘束ロール20が移動する。なお、拘束ロール20の移動は、金属板 S の焼入れをしている最中にも逐次行うことができる。例えば、移動制御装置40は、搬送速度 v が変更されたタイミングで距離 d の算出及び拘束ロール20の移動を行うようにしてもよい。

20

【0033】

金属板 S の搬送速度は1枚の金属板 S (1コイル内) においても変動する。このため、拘束ロール20で金属板 S を拘束したまま、搬送方向あるいは逆方向に移動することができれば、金属板 S の先端・尾端など減速する部分の形状不良による歩留まりを改善できるので、なお好ましい。あるいは、移動制御装置40は、設定された期間毎に距離 d の算出及び拘束ロール20の移動を行うようにしてもよい。

【0034】

距離 d に基づく金属板 S の拘束位置 RP に、拘束ロール20を調整するための拘束ロール20の移動距離は、現実的には、概ね $10 mm \sim 150 mm$ 程度と見積もることができる。図1に示すように、冷却槽11内にノズル12を設置した場合、ノズル12同士の間隔を $10 mm \sim 150 mm$ 程度に予め広げた状態で、それらのノズル12の間で拘束ロール20を昇降させて良い。また、例えば、液体噴流による急速冷却は $1000 / sec$ 程度の冷却能力であり、金属板 S の走行速度を $60 m/min (= 1000 mm/sec)$ とする場合、 $100 mm$ の距離で 100 程度変化する。つまり、 $10 mm \sim 150 mm$ の範囲で拘束ロール20の昇降が可能であれば、拘束される金属板 S の温度は $10 \sim 150$ 程度調整可能であり、上述した拘束ロール20の移動距離は、現実的には十分な制御調整範囲である。

30

【0035】

ここで、拘束ロール20を上述した例よりも大きく移動させる場合について説明する。金属板 S の組成、板厚、搬送速度などが大幅に変化した場合には、金属板 S の拘束位置 RP に拘束ロール20を位置させるためには、拘束ロール20を $150 mm$ 以上移動させる必要がある。拘束ロール20を $150 mm$ 以上移動させる構成について説明する。図9は、本発明の実施形態に係る焼入れ装置の他の例を示す図である。図9に示す焼入れ装置50は、拘束ロール20を移動させるロール移動装置30に加えて、ノズル12を移動させるノズル移動装置60を備えている。ノズル移動装置60は、図9(A)に示すように、金属板 S の両側にそれぞれ配置されている。ノズル移動装置60は、金属板 S に沿ってノズル12を移動させ、また、金属板 S に対してノズル12を接近及び離隔させるように構成されている。なお、図9に示す例では、金属板 S の両側の拘束ロール20は、上下方向にオフセットされている。

40

50

【 0 0 3 6 】

図 9 に示すように、ノズル移動装置 6 0 は、各ノズル 1 2 のそれぞれに連通された冷却配管 6 1 を冷却装置 1 0 の上下方向に移動させる昇降装置 6 2 と、昇降装置 6 2 を金属板 S に対して接近および離隔させるスライダ 6 3 とを備えている。昇降装置 6 2 は、複数の冷却配管 6 1 のそれぞれを互いに独立して昇降可能に構成されている。なお、昇降装置 6 2 やスライダ 6 3 は従来知られたものであってよい。また、昇降装置 6 2 やスライダ 6 3 の駆動を制御する図示しない制御装置が設けられている。

【 0 0 3 7 】

次に、図 9 に示す焼入れ装置 5 0 の作用について説明する。拘束ロール 2 0 を図 9 (A) に示す位置から上方に移動させる場合には、当該拘束ロール 2 0 と、その上側に位置するノズル 1 2 とが互いに干渉する。そのため、先ず、冷却装置 1 0 の幅方向 (図 9 での左右方向) において、スライダ 6 3 によって金属板 S からノズル 1 2 を離隔させる。つまり、拘束ロール 2 0 に対してノズル 1 2 を退避移動させる。金属板 S からノズル 1 2 を離隔させた後における金属板 S とノズル 1 2 の先端部との間の間隔は、拘束ロール 2 0 とノズル 1 2 の先端部とが互いに接しない間隔に設定されている。その状態で拘束ロール 2 0 を上側もしくは下側に移動させる。図 9 は上側に移動させた場合を図示している。すなわち、金属板 S の目標温度 T 2 に適した位置 R P に拘束ロール 2 0 を移動させる。図 9 (B) はその状態を示している。

【 0 0 3 8 】

また、図 9 (B) に示す状態では、冷却槽 1 1 の幅方向において、拘束ロール 2 0 とノズル 1 2 とが互いに隣接している。そのため、前記幅方向で拘束ロール 2 0 と互いに隣接しているノズル 1 2 を、図 9 (B) に示すように、昇降装置 6 2 によって拘束ロール 2 0 の下側に退避移動させる。これにより、上下方向と幅方向とのいずれにおいても、拘束ロール 2 0 とノズル 1 2 とは互いに干渉しないようになっている。図 9 (C) はその状態を示している。次いで、スライダ 6 3 によって金属板 S に対して各ノズル 1 2 を接近させ、それらの間の間隔が予め設定された間隔にされると共に、維持される。こうして拘束ロール 2 0 の移動が完了する。図 9 (D) はその状態を示している。

【 0 0 3 9 】

なお、図 9 (D) に示す状態となった後に、図 1 に示す例とほぼ同様に、ノズル 1 2 同士の間隔を 1 0 mm ~ 1 5 0 mm 程度に広げ、かつ、その状態で、1 0 mm ~ 1 5 0 mm 程度、拘束ロール 2 0 を移動させて上記の位置 R P に調整してよい。また、冷却能力において許容されるのであれば、拘束ロール 2 0 が 1 5 0 mm 以上移動できるように、金属板 S とノズル 1 2 との間の間隔を広げた状態を維持してもよい。

【 0 0 4 0 】

上記実施の形態によれば、拘束ロール 2 0 を搬送方向に沿って移動可能に設置することにより、冷却開始位置から拘束ロール 2 0 までの距離を制御し、金属板 S の製造条件によらず、目標温度 T 2 の金属板 S を拘束ロール 2 0 によって拘束することができる。その結果、連続焼鈍設備において、焼入れ時に発生する金属板 S の製造条件による金属板 S の形状不良を抑制することができるようになる。

【 0 0 4 1 】

すなわち、焼入れ装置 1 に搬送する金属板 S の温度は、例えば、搬送速度 v 、金属板 S の冷却開始温度 T 1、金属板 S の板厚 t 等の金属板の製造条件によってばらつきがある。よって、距離 d が製造条件に拘わらず一定に設定されている場合、拘束ロール 2 0 に到達したときの金属板 S の温度にもばらつきが生じることになる。

【 0 0 4 2 】

この問題を解消するために、製造条件によって異なる最適温度位置で的確に形状制御するには、拘束ロール 2 0 の位置を変化させることが効果的であることを見出した。拘束ロール 2 0 自体が移動することにより、冷却形態の不安定さを招くことなく、製造条件が変化しても目的とする温度範囲で金属板 S を拘束することができる。

【 0 0 4 3 】

10

20

30

40

50

特に、金属板 S の急冷中にマルテンサイト変態が起こって組織が体積膨張する際に発生する複雑で不均一な凹凸状の形状を低減させることができる。よって、金属板 S が高強度鋼板（ハイテン）のときに、特に変形抑制効果が大きくなる。具体的には、引張強度が 580 MPa 以上である鋼板の製造に適用することが好ましい。引張強度の上限は特に制限されないが、一例として 2000 MPa 以下であればよい。上記の高強度鋼板（ハイテン）としては、高強度冷延鋼板、およびそれらに表面処理を施した溶融亜鉛鍍金鋼板、電気亜鉛鍍金鋼板、合金化溶融亜鉛鍍金鋼板等がある。

【0044】

なお、高強度鋼板の組成の具体例として、質量%で、C が 0.04% 以上 0.35% 以下、Si が 0.01% 以上 2.50% 以下、Mn が 0.80% 以上 3.70% 以下、P が 0.001% 以上 0.090% 以下、S が 0.0001% 以上 0.0050% 以下、sol. Al が 0.005% 以上 0.065% 以下、必要に応じて、Cr、Mo、Nb、V、Ni、Cu、及び Ti の少なくとも 1 種以上がそれぞれ 0.5% 以下、さらに必要に応じて、B、Sb がそれぞれ 0.01% 以下、残部が Fe 及び不可避免的不純物からなる例が挙げられる。尚、金属板 S は、鋼板に限定されるものではなく、鋼板以外の金属板であってもよい。

【実施例 1】

【0045】

本発明の実施例を述べる。本発明例として、上記の本発明の実施形態に係る焼入れ装置 1 を用いて、板厚 t が 1.0 mm、板幅が 1000 mm の引張強さ 1470 MPa 級の高張力冷延鋼板の焼入れを行った。引張強さ 1470 MPa 級の高張力冷延鋼板の組成として、質量%で、C が 0.20%、Si が 1.0%、Mn が 2.3%、P が 0.005%、S が 0.002% とした。高張力冷延鋼板の Ms 点の温度 T_{Ms} は 300 であり、Mf 点の温度 T_{Mf} は 250 である。よって、拘束ロール 20 の通過時の目標温度 T_2 は、450 ~ 100 の範囲で設定すればよく、目標温度 T_2 を 400 とした。また、冷却開始温度 T_1 を 800、目標温度 T_2 を 400 とした。冷却流体 CF の温度は 30 で、冷却速度 CV は 1500 (/ s) に設定した。

【0046】

製造条件の変化として、搬送速度 v を 1000 ~ 3000 mm / s の間で変化させ、式 (1) に基づき、搬送速度 v の変化に合わせて距離 d (mm) を $d = 267 \sim 800$ m で制御した。冷却後の鋼板を長手方向（すなわち、鋼板の搬送方向と同じ方向）で 100 m おきに 10 枚採取し、それぞれの鋼板の反り量を調査した。図 2 は、反り量の定義の一例を示す模式図である。図 2 に示すように、反り量は、鋼板を水平面に置いたときに、接地面から最も高い位置までの高さを反り量とした。

【0047】

図 3 は、本発明例における搬送速度 v と目標温度との関係を示すグラフであり、図 4 は本発明例における搬送速度 v と金属板 S としての鋼板の反り量との関係を示すグラフである。図 3 に示すように、搬送速度 v が変化しても、搬送速度 v に応じて拘束ロール 20 を移動させて距離 d を変化させることにより、拘束ロール 20 の通過時の温度 () は目標温度 400 ± 25 で全て制御できた。その結果、図 4 に示すように、鋼板の反り量は全て 10 mm 以下にまで低減していた。それにより、反り量のバラツキつまり最大値と最小値との差が 4.2 mm に抑制された。

【0048】

図 5 は、比較例 1 における搬送速度 v と目標温度との関係を示すグラフであり、図 6 は比較例 1 における搬送速度 v と金属板 S としての鋼板の反り量との関係を示すグラフである。比較例 1 として、特許文献 1 のような拘束ロール 20 が固定された焼入れ装置を用い、その他の条件は、上記本発明例と同一とした。比較例 1 では、冷却開始位置から拘束ロール 20 までの距離 d (mm) は $d = 400$ mm で一定とした。

【0049】

比較例 1 では、図 5 に示すように、搬送速度 v (mm / s) によって、拘束ロール通過

10

20

30

40

50

時の温度()は大きく変化し、制御することはできなかった。そのため、 $v = 1000$ mm/s と $v = 1500$ mm/s 以外の条件では、拘束ロール20の通過時の温度()が $450 \sim 100$ の範囲を外れてしまった。その結果、図6に示すように、 $v = 1000$ mm/s と $v = 1500$ mm/s 以外の条件では、鋼板の反り量が全て 10 mm 以上となり、変形抑制効果が不十分であった。その結果、反り量の最大値と最小値との差であるバラツキが 10.3 mm と大きくなってしまった。

【0050】

図7は、比較例2における搬送速度 v と目標温度との関係を示すグラフであり、図8は比較例2における搬送速度 v と金属板 S としての鋼板の反り量との関係を示すグラフである。比較例2として、特許文献2に示すように、拘束ロール20は固定したまま可動マスキングを移動させて冷却開始位置によって距離 d を制御した。その他の条件は、本発明例と同じにして、上記の高張力冷延鋼板を製造した。

10

【0051】

図7に示すように、比較例2では、搬送速度 v (mm/s) という鋼板の製造条件によらず、拘束ロール20の通過時の温度()は大きく変化し、制御することはできなかった。そのため、全ての条件で、拘束ロール通過時の温度()が $450 \sim 100$ の範囲を外れてしまった。そして、図8に示すように、鋼板の反り量が 10 mm 以上となり、変形抑制効果が不十分であった。その結果、反り量のバラツキ(最大値と最小値との差)が 9.2 mm と大きくなってしまった。

【0052】

20

なお、本発明の実施形態は、上記実施形態に限定されず、種々の変更を加えることができる。例えば、上記の実施形態では、目標温度 T_2 が $(T_{Ms} + 150)$ () \sim $(T_{Mf} - 150)$ () の場合について例示しているが、これに限定されない。後工程での処理や操業の自由度の確保等の点から、例えば反り量等の金属板 S の形状のバラツキが無ければよいという場合には、目標温度 T_2 を $(T_{Ms} + 150)$ () \sim $(T_{Mf} - 150)$ () に限定しなくともよい。

【0053】

この場合、後工程での処理や操業の自由度の確保等を念頭におきながら、予測される形状(例えば、反り量)を考慮して、目標温度 T_2 を予め定めておき、拘束ロール20の位置調整によって、冷却開始位置から拘束ロール20までの距離 d を制御する。そして、拘束ロール20通過時の金属板 S の温度が予め定めた温度 T_2 になるようにして、金属板 S の形状(例えば、反り量)が同程度、例えば、図2で定義する反り量のバラツキが 4 mm 以内になるようにすればよい。

30

【0054】

さらに、拘束ロール20は一對に限定するものではなく、複数対もしくは、複数本設けられて良い。その場合には、拘束ロール対全体をまとめて位置制御しても良いし、複数の拘束ロール毎に位置や開閉を制御する機構としても良い。

【符号の説明】

【0055】

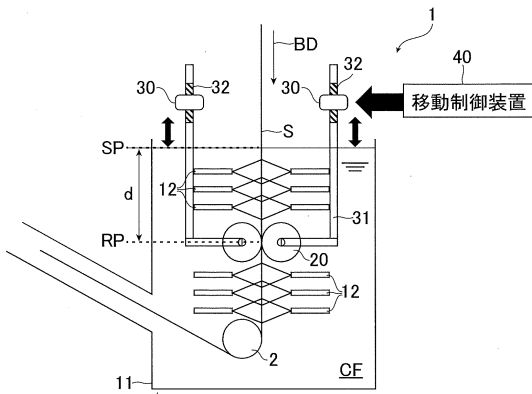
- 1 金属板の焼入れ装置
- 10 冷却装置
- 11 冷却槽
- 12 ノズル
- 20 拘束ロール
- 30 ロール移動装置
- 40 移動制御装置
- B D 搬送方向
- C F 冷却流体
- S 金属板

40

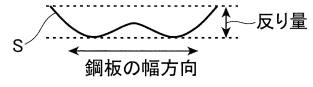
50

【図面】

【図 1】

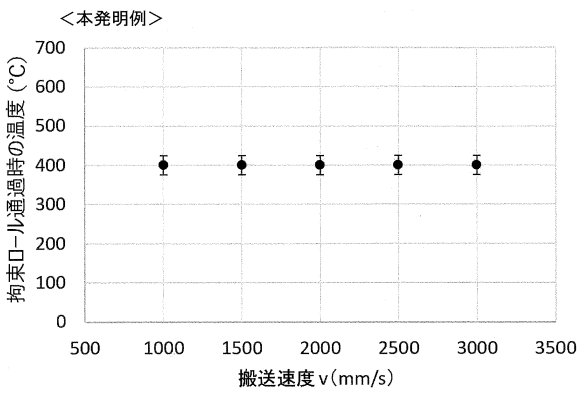


【図 2】

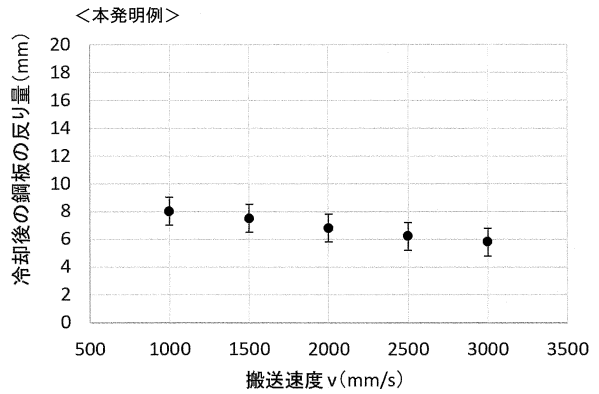


10

【図 3】



【図 4】



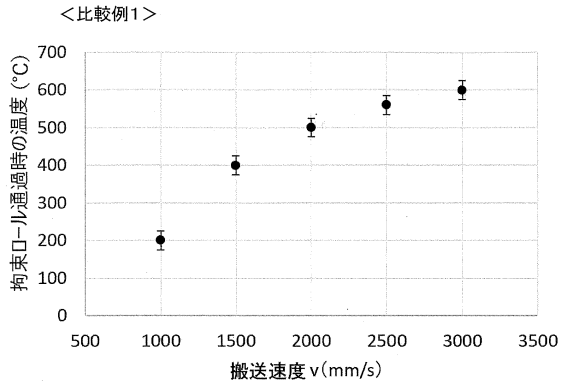
20

30

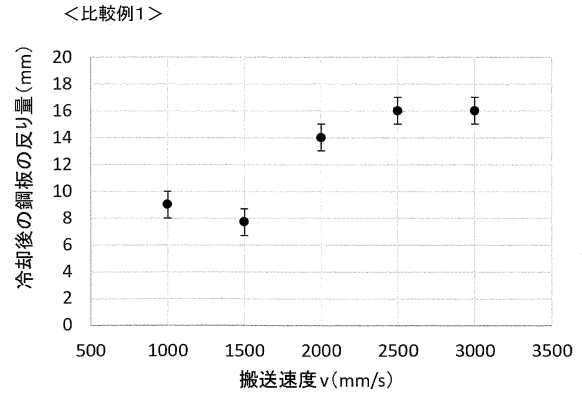
40

50

【 図 5 】

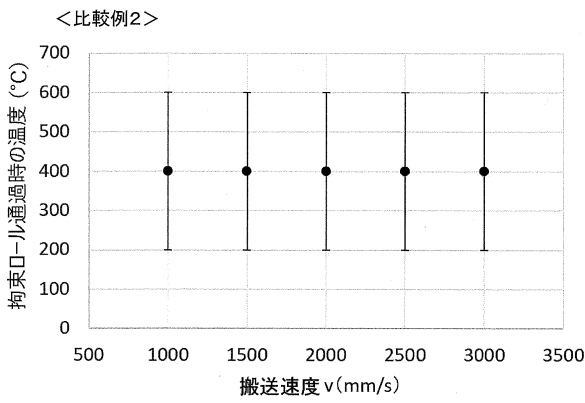


【 図 6 】

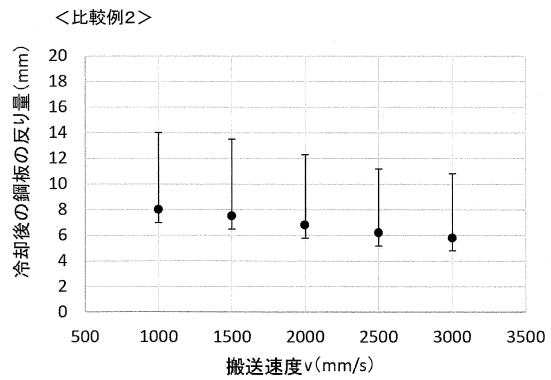


10

【 図 7 】



【 図 8 】



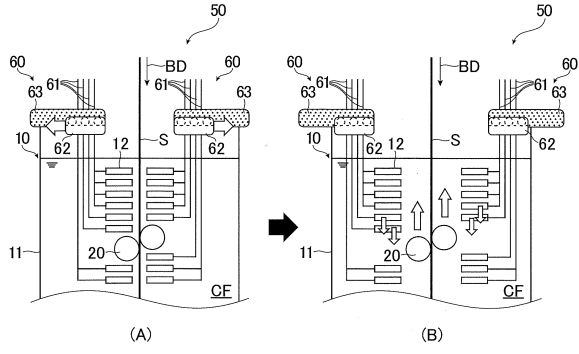
20

30

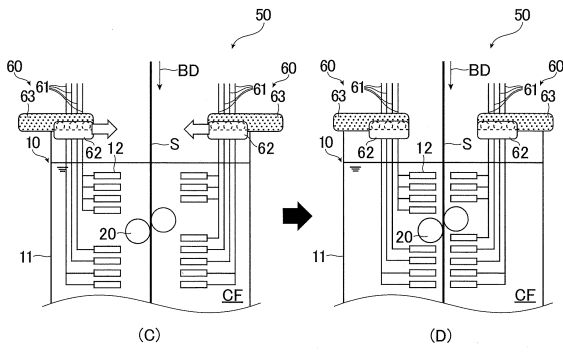
40

50

【 図 9 】



10



20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類 F I
C 2 2 C 38/60 (2006.01) C 2 2 C 38/60

東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内

審査官 山本 佳

(56)参考文献 特開2015-004080(JP,A)
実開平04-114549(JP,U)
特許第6094722(JP,B2)
特開2019-090106(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
C 2 1 D 0 9 / 5 2 - 9 / 6 6
B 2 1 B 4 5 / 0 2
C 2 1 D 0 1 / 0 0
C 2 1 D 0 1 / 1 8
C 2 1 D 0 1 / 6 3
C 2 1 D 0 1 / 6 6 7
C 2 1 D 3 8 / 0 0
C 2 1 D 3 8 / 6 0