(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2012-246565
(P2012-246565A)
(43)公開日　平成24年12月13日(2012.12.13)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
C21C 5/40	(2006.01)	C21C 5/40	C	4K070

審査請求 未請求　請求項の数 3　ＯＬ　（全 9 頁）

(21)出願番号　特願2011-121590 (P2011-121590)
(22)出願日　平成23年5月31日 (2011.5.31)

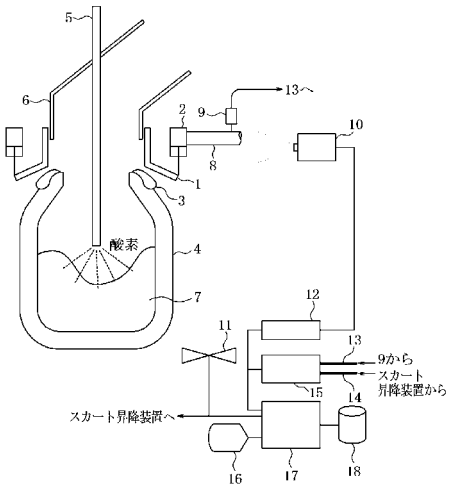
（特許庁注：以下のものは登録商標）
１．パトライト

(71)出願人　000001258
ＪＦＥ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
(74)代理人　100147485
弁理士　杉村　憲司
(74)代理人　100165696
弁理士　川原　敬祐
(74)代理人　100165951
弁理士　吉田　憲悟
(72)発明者　野原　宏一
東京都千代田区内幸町二丁目２番３号　ＪＦＥスチール株式会社内

Ｆターム(参考)　4K070 AB15　AB18　CA02

(54)【発明の名称】転炉炉口への転炉スカート衝突防止方法

(57)【要約】
【課題】転炉スカートが地金に衝突してスカート水漏れ故障を起こす前に、転炉スカートが地金に接触した時点を確実に検知することができる方法を提供する。
【解決手段】転炉スカートの昇降用油圧シリンダーの油圧変動を計測し、該油圧変動が予め定めたしきい値を超えた場合に、自動または手動にて上記転炉スカートの降下を停止する。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
転炉吹錬作業において、転炉の炉口に転炉スカートを降下するに際し、該転炉スカートの昇降用油圧シリンダーの油圧変動を計測し、該油圧変動が予め定めたしきい値を超えた場合に、自動または手動にて上記転炉スカートの降下を停止することを特徴とする転炉炉口への転炉スカート衝突防止方法。
【請求項２】
前記しきい値は、前記転炉スカートが前記転炉炉口に付着した地金に接触した際に発生する油圧変動を予め計測し、その計測値から定めたものであることを特徴とする請求項１に記載の転炉炉口への転炉スカート衝突防止方法。
【請求項３】
前記転炉スカートの降下停止位置と転炉炉口との距離を測定することによって、転炉炉口に付着した地金の堆積厚みを求め、得られた地金の推定厚みに基づいて、該地金の除去作業の要否を判断することを特徴とする請求項１または２に記載の転炉炉口への転炉スカート衝突防止方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、転炉吹錬作業において、転炉炉口に転炉スカートを降下する際に、転炉炉口と転炉スカートとが衝突して、転炉スカートが破損することを防止する方法に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
転炉は、製鋼工程の中にあって、製品成分の微調整と不純物の除去とを行う重要な作業に使用される設備である。転炉を使用する際に発生する高温副生ガスの温度は1000℃以上もあり、主なガス成分が一酸化炭素COであるため、外部に放出すると、環境や人体に悪影響を与え、加えて火災爆発の危険もあることから回収し、燃焼ガスエネルギーとして再利用することが一般的である。
【０００３】
上述した転炉副生ガスの回収率を上げるためには、空気の混入を最小限にすることが重要である。そこで、転炉設備は、転炉上部と密着できるような、主に鋼管で構成された内部水冷可動式の転炉スカート装置（本発明では、OGスカート、転炉スカートまたはスカートとも言う）を備えているが、実際には、スカートと転炉上部とは完全に密着することができない。
というのは、転炉操業時に生成する溶融鋼が飛散して、転炉上部に付着し、地金やノロ（以下単に地金といった場合にはノロも含む）と呼ばれる金属の堆積層を形成するが、この地金の堆積層によって、転炉上部に凹凸が形成されてしまうからである。そして、凹凸の隙間からは空気が混入するために、地金の付着状況によっては、操業中であっても、転炉上部の地金除去作業を行う必要性が生じ、転炉精錬作業の効率を落としている。
【０００４】
従来、転炉による精錬作業は、熟練したオペレーターの勘や経験といった面が重要なウエイトを占めていて、転炉炉口へのスカートの降下量の制御や、転炉炉口付近への地金の付着状況の把握などは、目視に頼る作業のため、特に、勘や経験が必要とされている。従って、上記スカートの降下量や地金付着量の判断において、熟練オペレーターと比較的経験年数の少ないオペレーターとでは大きな開きがあり、実際には地金除去作業が必要ないのにもかかわらず、地金除去作業を行って作業ロスが生じたり、スカートの降下量が不足して、副生ガスの回収量が減少したりしていた。
【０００５】
また、炉口地金量を、過少に見積もって地金除去作業を行わないと、スカートが下降した際に地金と衝突し、スカートの冷却配管が損傷してスカート水漏れ故障が発生してしま

う。このスカート水漏れ故障が発生すると、最悪の場合、漏れ出した水と高温物（溶融鋼）とが接触して水蒸気爆発を起こすので、スカート水漏れ故障が発生した場合には、転炉設備を停止して修理を行う必要が生じる。

従って、その損害は、転炉操業にとどまらず、上工程の溶鉱炉の休風など製鉄所全体に波及する莫大なものとなってしまう。

特に、近年の秒刻みでスケジューリングされている転炉の高操業状態では、炉口の地金除去作業はボトルネックとなり、地金高さに応じた最低限の作業時間で行うことが求められてきている。

【０００６】

これらの問題に対し、今までにも、特に、スカート冷却配管の衝突防止や炉口地金除去作業に関し、以下に示すような種々の技術が提案されている。

例えば、特許文献１には、従来の製鉄業の製鋼プロセスにおける転炉操業においてスカートと炉口の密着度を高めるため、スカートにシールリングと呼ばれるくし型状のリングを装着する方法が提案されている。

【０００７】

また、特許文献２および３には、油圧回路の圧力を計測して油圧ポンプの吐出圧を時間領域で解析し、ピーク油圧の状態を把握することで、その異常を判定するシステムが提案されている。

【０００８】

さらに、特許文献４には、油圧回路の減圧弁のベント回路に圧力検出センサーを設けその圧力変動で油圧機器の診断を行う方法が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００９】

【特許文献１】実開昭６３－０３４１４４号公報

【特許文献２】特開２００２－３２３０１３号公報

【特許文献３】特開昭５３－０３４０７０号公報

【特許文献４】特開平０４－２５１６０５号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１０】

しかしながら、特許文献１に記載されたくし型状のリングを装着する方法では、さまざまなパターンで付着する地金に対し、その除去効果が未知数であり、さらに地金破壊時の衝撃で、転炉本体のトラニオンリングや軸受けベアリングを損傷させるおそれがある。また、くし型状のリングを既成のスカート装置に取り付けるためには、莫大な設備投資が必要となるだけでなく、そのメンテナンス費用も発生し、対費用効果は多く望めない。

【００１１】

また、特許文献２および３に記載された技術によって、機器そのものの故障や回路の不具合を発見することはできる。しかしながら、部品が外部からの作用で異常をきたしているか否かの判別はできない。

【００１２】

さらに、特許文献４に記載された油圧回路の減圧弁のベント回路に圧力検出センサーを設けその圧力変動で油圧機器の診断を行う方法では、これもやはり前者と同様に、機器そのものの故障や回路の不具合が発見でき、機器の故障を検出することはできるものの、部品が外部からの作用で異常をきたしているか否かの判別はできない、という問題があった。

また、上記したスカート下部は、高温になるため距離センサー等の電子部品は取り付けることができない。

【００１３】

本発明は、上記した現状に鑑み開発されたもので、スカートが地金に衝突してスカート

水漏れ故障を起こす前に、スカートが地金に接触した時点を確実に検知することができる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】

【００１４】

転炉にて溶鋼を精製する際に、溶鋼に対して酸素を吹き込む、いわゆる吹錬作業を行うが、その際の副生ガスの回収率を上げるために、転炉炉口に水冷管を備えるスカートを降下して設置する必要がある。

【００１５】

本発明は、OGスカートが転炉炉口に付着した地金に衝突することで、OGスカートに水漏れ故障が発生することを回避し、当該故障をゼロにすることで生産性を向上させることを図るものである。

ここに、図１(a)～(d)に示すように、OGスカートの水漏れ故障に至るまでには、３段階の事象が考えられる。なお、図１(b)～(d)は、図１(a)のＡ断面を拡大して示している。また、図中、１はOGスカート（水冷式）、２はOGスカート昇降油圧シリンダー、３は地金、４は転炉炉体である。

【００１６】

その第１段階（図１(b)）は、OGスカート１が地金に接触する状態である。特に、水漏れ故障は発生しない。（以下、本発明における接触とは、スカートがほとんど変形しない状態で地金と接していることを言う。）

ついで、第２段階（図１(c)）は、OGスカート１が地金に衝突して、より大きな変形が起きる状態である。但し、OGスカート下部は「水管」と呼称される通常より肉厚の高温流体用炭素鋼管で構成されているため、数回の衝突による変形では、水漏れ故障は発生しない。

さらに、第３段階（図１(d)）は、OGスカート１が地金にさらに強く衝突することにより、または第２段階が何度も繰返されることにより、上記鋼管の弾性限界を超えて鋼管の破壊現象が起こる状態である。このような破壊が生じると鋼管内部の冷却水が噴出し、前述したような水漏れ故障となる。

【００１７】

スカートを降下させる際は、上記第１段階が起こらないようにすることが望ましいが、実際の作業では、付着地金の堆積状況がばらついているために、地金との接触を避けることは難しい。また、地金除去作業の判断要素となる炉口地金高さは、人の目で見た「感覚」でしか把握できずに、正確な数値で定量的に表すことができない。

【００１８】

そこで、発明者らは、オペレーターの熟練度に関係なく、転炉炉口地金量を定量的に把握することで地金除去作業の判断を行うこと、および、少なくとも、上記した第２段階以降、すなわち鋼管の破壊につながる変形現象を防止するために、スカートが地金と衝突する前の接触状況を、素早くかつ確実に認識することがそれぞれ重要であると考えた。そして、これらの問題を解決するために、スカートの昇降用油圧シリンダーの油圧変動に着目して鋭意検討し、本発明を完成させた。

【００１９】

すなわち、本発明の要旨構成は次のとおりである。

１．転炉吹錬作業において、転炉の炉口に転炉スカートを降下するに際し、該転炉スカートの昇降用油圧シリンダーの油圧変動を計測し、該油圧変動が予め定めたしきい値を超えた場合に、自動または手動にて上記転炉スカートの降下を停止することを特徴とする転炉炉口への転炉スカート衝突防止方法。

【００２０】

２．前記しきい値は、前記転炉スカートが前記転炉炉口に付着した地金に接触した際に発生する油圧変動を予め計測し、その計測値から定めたものであることを特徴とする前記１に記載の転炉炉口への転炉スカート衝突防止方法。

【００２１】

３．前記転炉スカートの降下停止位置と転炉炉口との距離を測定することによって、転炉炉口に付着した地金の堆積厚みを求め、得られた地金の推定厚みに基づいて、該地金の除去作業の要否を判断することを特徴とする前記１または２に記載の転炉炉口への転炉スカート衝突防止方法。

【発明の効果】

【００２２】

本発明によれば、OGスカートと地金との衝突の防止を、安価でかつ安全で確実な方法で達成することができる。さらに、OGスカートと地金との接触状態を、正確に把握することができるため、経験に頼っていたOGスカートの降下を、効率良く安全に行うことができる。加えて、本発明によれば、地金の厚みを定量的に推定するだけでなく、地金除去の時期を的確に判断することができる。

【図面の簡単な説明】

【００２３】

【図１】(a)～(d)は、転炉上部の地金とスカートとの衝突を説明する図である。なお、(b)～(d)は、(a)のＡ断面を拡大して示している。

【図２】本発明に従うスカート衝突防止方法を行う設備の構成図である。

【図３】本発明に従うスカート油圧変動しきい値Ｂを求める要領を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００２４】

以下、本発明を図を用いて具体的に説明する。

図２に、本発明に従う転炉スカート衝突防止方法を実現するための設備の一例を示す。なお、図中、１はOGスカート（水冷式）、２はOGスカート昇降油圧シリンダー、３は地金、４は転炉炉体、５はランス、６はOG上部フード（水冷式）、７は溶鋼、８は油圧配管、９は圧力センサー、10はCCDカメラ、11は警報灯（パトライト）、12は画像変換ボード、13は圧力信号、14は操業信号、15はA/D変換ボード、16は表示機（CRT）、17は処理装置（パソコン）および18は記録媒体（ハードディスク）である。

【００２５】

まず、転炉吹錬作業を行うに先立って、転炉炉口に水冷管を備えるOGスカート１を降下させる。その際、なるべく転炉炉口にスカート１を近づけることが好ましいのは前述したとおりであるが、本発明では、OGスカート１が転炉炉口地金に、接触または衝突したことを検出するために、OGスカートの昇降用油圧シリンダーに圧力センサー９が備え付けられている。すなわち、OGスカート１が地金に接触または衝突すると、機械的にOGスカートと締結されている油圧シリンダーには、特定の油圧圧力の変動が発生する。そして、その圧力変動を検出することで、OGスカート下部が転炉口の地金に接触したと判断することができるのである。

【００２６】

具体的には、図２に示したように、OGスカート昇降用に接続されている４台（うち２台は図示せず）のスカート昇降シリンダー２に、テール側油圧圧力センサー９を各々直結する。ついで、転炉炉口にOGスカート１を降下させる。その際、圧力センサー９を４台同時に、0.1秒程度のピッチで常時監視し、その圧力信号13を電圧信号変換装置15を介して処理装置（パソコン）17に入力する。ついで、処理装置（パソコン）17において油圧変動幅Ａを求め、以下に記述するしきい値Ｂと比較する。

上記Ａ値がしきい値Ｂを超えた場合は、警報灯11の吹鳴や表示機16における警告表示などにより、工場転炉操業オペレーターに異常を知らしめ、また、好ましくは、スカート昇降シリンダー２を停止する信号を降下設備に発して、スカート１の降下を停止することで、スカート１が地金３に衝突することが防止できる。すなわち、オペレーターの熟練度にかかわらず安全なスカート降下作業ができるのである。

【００２７】

ここに、本発明におけるしきい値Ｂの求め方を説明する。

本発明におけるしきい値Ｂは、スカートと前記転炉炉口に付着した地金とが接触した際

に発生する油圧変動を予め計測し、その値から定めたものである。
具体的には、図３に示すように、スカートと地金とが接触したと記録された時刻における油圧変動のPeak to Peakの値、すなわち図中の油圧変動ｂ（Kg/cm^2）のデータ を試験的に取得し、そのうちの最小の値をしきい値Ｂとすることが好ましい。このＢ値は、転炉の規模やスカートの降下速度等で適宜決められるものであるが、2.0～5.0ｍ程度の直径を有し、降下速度が15～20㎜／秒である転炉の場合、Ｂは10～15（Kg/cm^2）程度の範囲とすることが好ましい。
なお、図３では、0.1秒毎に計測しているスカート油圧圧力値を１秒間分（この装置であると10ポイント分）記憶し、その範囲での最大変動値が当該時間での油圧変動幅Ａとなる。

【００２８】
上記した地金高さの情報から、その次にスカートを下降させる際には、その下降の下限を、当該回の降下停止位置以上の高さで止めることが望ましい。というのは、地金との不要な接触を避けることができるからである。なお、上記した次の降下停止位置は、当該回の降下停止位置から100～150ｍｍ程度上方で一旦止めることが好ましい。というのは、１回の転炉吹錬作業で100ｍｍ程度地金が付着する可能性があるからである。
また、次のスカートの降下作業の際には、スカートの降下速度を途中で遅くする、すなわち、当該回の降下停止位置より150ｍｍ程度上方から遅くすることが望ましい。推定よりも早く接触が起きたときにその衝撃を効果的に緩和することができるからである。

【００２９】
ここに、図２では、磁気記録部18を用いることで、警報情報履歴と採取データ履歴と操業信号14とを磁気記録部18に記録することができる。

【００３０】
また、本発明では、上述した圧力センサーを用いる手段の補助手段として、転炉４の地金３とスカート１を同時に撮影するCCDカメラ10を用いることができる。CCDカメラ10からの画像データは、画像信号変換装置12を経由して画像処理機（処理装置17）で画像処理を行い、地金高さとスカート高さを計算し、予め定めた基準の地金高さおよび上述した圧力センサーを用いて求めた地金高さと比較して、より正確に異常状態を判断することができる。

【００３１】
本発明において、前記したスカートの停止位置情報や上記画像処理による地金高さの情報を基に、転炉炉口に堆積した地金の堆積厚みを求め、得られた地金の推定厚みに基づいて、地金の除去作業の要否を判断することができる。
ここに、判断手順の一例を説明する。例えば、次回に必ず地金の除去作業を行わなければならない地金の堆積厚みをＣｍｍ、変化の確認を行って警戒していく要警戒値をＤｍｍ、変化量をＥｍｍとそれぞれ基準値を設定しておく。

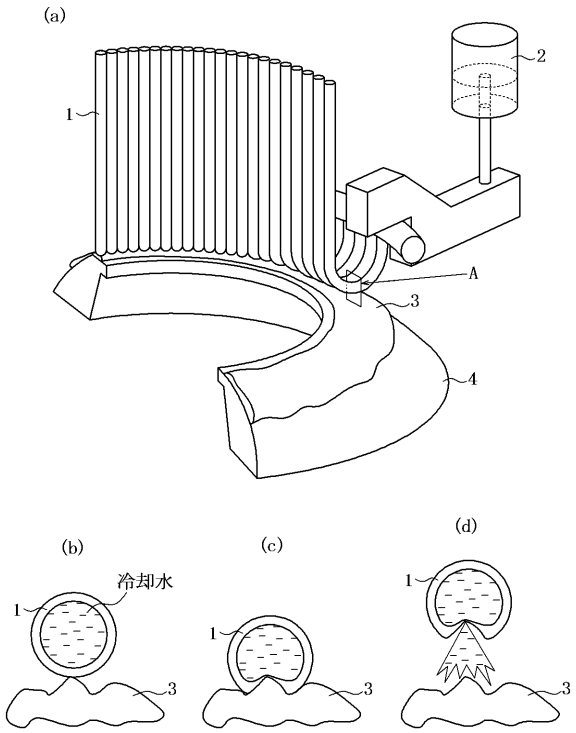
【００３２】
そして、推定厚みがＤｍｍを超えた場合には、要警戒域として、厚みの変化量もチェックする。すなわち、次回の堆積厚みと今回の堆積厚みとの差を確認し、その差がＥｍｍ以上となった場合は、突発的に厚みが増えたということなので、その次の転炉作業前には地金の除去作業を行うこととするなどの判断することができる。なお、このように、突発的に厚みが増えた場合には、突起状に地金が付着している可能性が高く、当該箇所の地金のみを除去することで対応できると考えられる。すなわち、本発明によれば、必要最低限の時間で必要最小限の除去作業を行うことができる。

【００３３】
他方、上記の差が小さければ、地金付着が安定しているということなので、上記した基準値Ｃｍｍを超えるまでは使用できるといった判断をすることができる。
なお、上記した、Ｃ，ＤおよびＥ値は転炉の規模やスカートの降下速度等で適宜決められるが、２～５ｍ程度の径を有し、降下速度が18～20㎜／秒である転炉の場合、Ｃ＝350～400ｍｍ程度、Ｄ＝150～200ｍｍ程度およびＥ＝100ｍｍ程度とすることが好ましい。

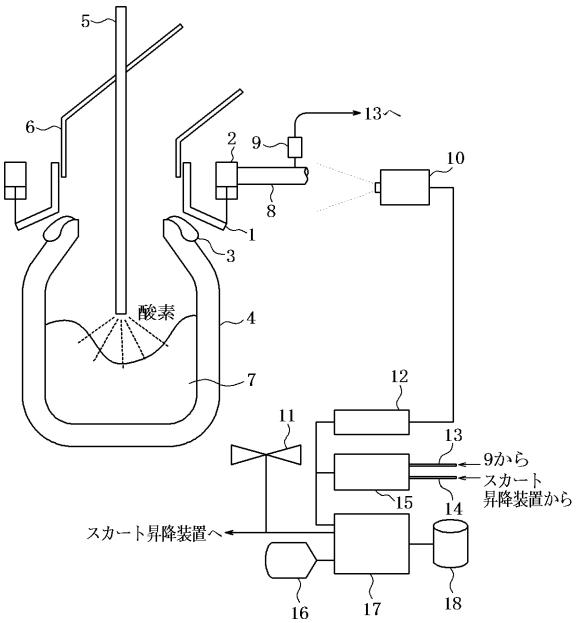
【００３４】
　また、本発明では、上記した推定厚みに基づいて、例えば、Ｄｍｍの上150ｍｍ程度の位置からスカートの降下速度を落とすこともできる。そうすることで、衝突のおそれのないところは早く下ろし、接触の可能性のある範囲を遅くすることで、スカート降下作業の効率化と安全の担保が同時に図れることになる。
　なお、本発明において、スカートの降下速度は特に制限がないが、早く降下させるところの降下速度を20～25mm／秒とし、上記遅くするところの降下速度を12～15mm／秒とすることが好ましい。
【００３５】
　本発明における地金の除去作業方法としては、従来公知の方法がいずれも使用できるが、例えば、装入クレーンを用いて、地金除去の対象箇所を打撃することで取り除く、また、ランスから酸素を炉内壁に吹き付けて地金を溶解除去するといった方法が挙げられる。
【００３６】
　本発明で利用する急激な油圧変動は、OGスカートと地金との衝突以外にも種々発生している。例えば、油圧シリンダー稼動初期等が挙げられるが、それらの外乱要因を取り除くため、油圧回路の制御信号を取り込んで油圧のばらつきをカットすることができる。また、さらに測定の精度を高めるために、工業用監視カメラの映像を参考画像として収集し、その画像から画像処理を行ってOGスカートの高さを求め、監視精度を上げることができる。
【００３７】
　本発明に用いるような昇降用油圧シリンダーの油圧回路は、その特性上、回路の切り替わりに大きな圧力変動を伴うため、回路切り替え後（動作直後から）、５秒間程度は圧力変動が激しく、圧力変動の監視を行うことができない。そこで、その間の監視の抜けを防止する目的で監視カメラ10を用いることが好ましい。例えば、CCDカメラ10による画像信号を、画像入力ボード12に取り込み、処理装置17で画像処理を行うことによって、地金の高さとスカートとの位置関係情報を得ることができ、監視の抜けを防止することができる。なお、バルブ切り替え信号を、操業信号入力端子14に接続し、圧信号変換装置15を介して処理装置（パソコン）17に入力すれば、上記した切り替わり直後の圧力変動を、予めカットしておくことができる。
【００３８】
　本発明において、上述したそれぞれの機器、すなわち、OGスカート昇降油圧シリンダー、圧力センサー、CCDカメラ（TVカメラでも代替可能である）、警報灯（パトライト）、画像変換ボード、A/D変換ボード、表示機（CRT）、処理装置（パソコン）および記録媒体（ハードディスク）は、いずれも特別の制限はなく公知のもの使用することができる。なお、OGスカート昇降油圧シリンダーは、４本でスカートを保持することが好ましいが、転炉に対して、スカートを昇降することが出来れば何本でも問題はない。
【符号の説明】
【００３９】
　１　OGスカート（水冷式）
　２　OGスカート昇降油圧シリンダー
　３　地金
　４　転炉炉体
　５　ランス
　６　OG上部フード（水冷式）
　７　溶鋼
　８　油圧配管
　９　圧力センサー
　10　CCDカメラ
　11　警報灯（パトライト）
　12　画像変換ボード

13　圧力信号
14　操業信号
15　A/D変換ボード
16　表示機（CRT）
17　処理装置（パソコン）
18　記録媒体（ハードディスク）

【図１】



【図２】



【図３】

