

Q-T와 플라즈마 침질탄화 기술을 이용하여 침탄질화처리 대체기술 개발

Quenching & Tempering and using the Plasma Nitrocarburizing technology the development of alternative technologies Carbonitiding

천창석, 이인섭*
 동의대학교 신소재공학과

초 록: 현재 활용되고 있는 침탄질화기술과 QT + 저온 플라즈마 침질탄화 기술로 소재의 표면특성을 향상시켜 상대적인 비교를 위해 미세조직, 경도, XRD, GDS 및 Wear Test를 실시하였다. 비교결과 확산층에서의 경도는 침탄처리한 시편이 상대적으로 높았지만, 표면경도 및 Wear Test의 경우 QT+플라즈마 침질탄화처리한 시편이 더 좋은 결과를 보였다.

1. 서론

침탄질화기술은 부품산업에서 범용적으로 활용되고 있다. 그러나 침탄질화는 처리 후 부품에 비틀림이 발생하여 후가공이 필요하고, 높은 온도에서 실시하기 때문에 열처리 비용이 높은 문제점을 안고 있다. 그래서 저온 플라즈마 침질탄화 기술로 후가공이 필요없는 공정으로 대체 가능성에 대해 연구해보았다.

2. 본론

본 연구에서는 SNCM220강을 기존의 침탄질화처리기술과 QT+저온 플라즈마 침질탄화기술로 각각 처리하여 비교하여 보았다. 압연 판재의 재료를 Wire Cutting을 이용하여 디스크 형태의 시편(φ16mm x h3mm)으로 가공하였다. SiC사포를 이용하여 1200번까지 순차적으로 연마 후 Diamond, Alumina slurry로 경면처리를 하고 이물질 제거를 위해 초음파세척을 실시하였다.

Table 1. Chemical Composition of SNCM220 Steel.

Fe	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	P	S	N
Bal	0.2	0.194	0.68	0.444	0.207	0.45	0.014	<0.002	0.0051

세척이 끝난 시편을 가스침탄처리 및 QT+저온 플라즈마 침질탄화처리 하였다. 플라즈마 침질탄화처리 전 300℃에서 Cleaning, Micro defect의 목적으로 Sputtering(Ar : H2 = 160 : 40)을 실시하여 30분간 유지한 후 처리온도(570℃)에 도달하면 플라즈마 침질탄화처리를 실시하였다.

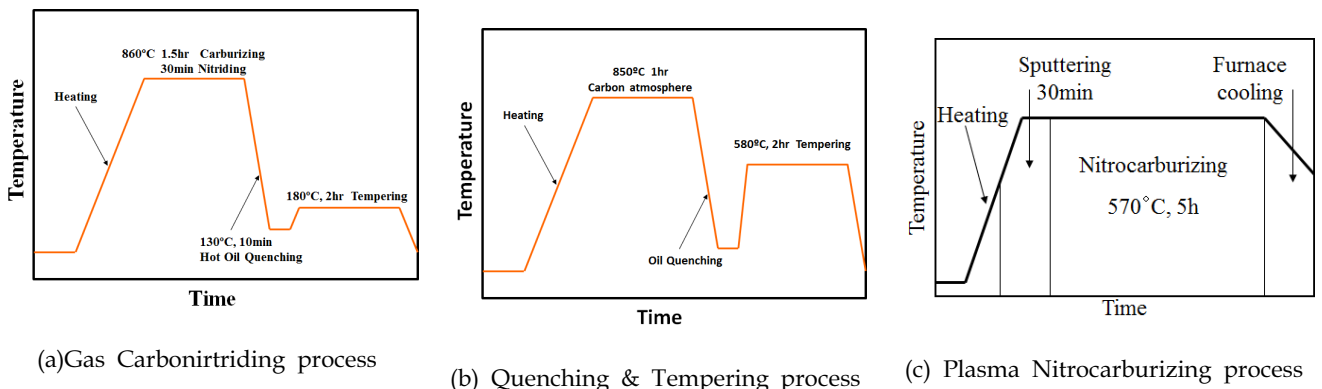
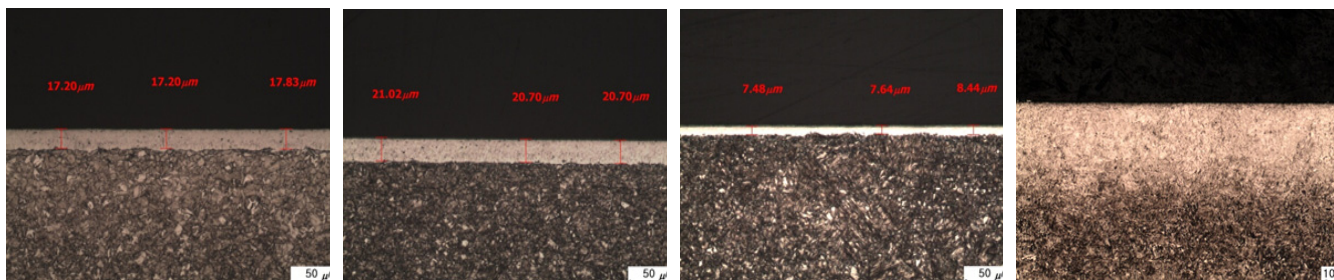


Fig. 1. Schematic Diagram with Process

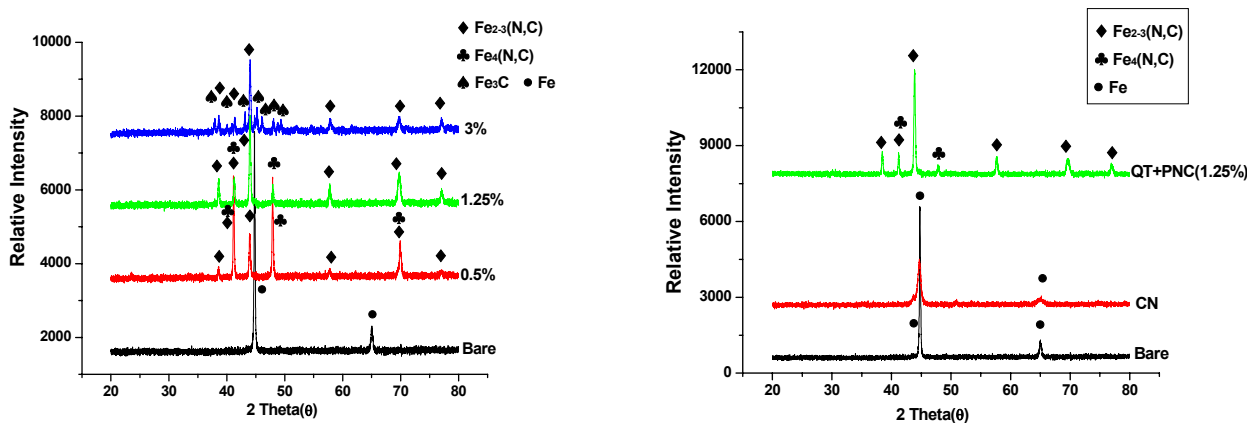
플라즈마 침질탄화처리시 온도 및 N2의 함량은 고정시키고 CH4의 함량만을 변화시켰다. 각각의 공정으로 처리된 시편을 비교, 분석하기 위해 미세조직사진 및 경도, GDS, Wear Test를 실시하였다. 실험결과 QT+플라즈마 침질탄화처리시 CH4의 함량에 따라 표면에 형성되는 화합물층(Compound layer)의 두께가 변하였다. CH4의 함량이 증가 할수록 화합물층의 두께가 증가하였지만, 1.25%일 때 최대치를 가지고 다시 감소하는 것을 볼 수 있다. 이 화합물층(Compound layer)으로 인해 기존 소재에 비해 표면경도가 크게 증가하게 되어 마모특성에도 영향을 미친다. Fig. 2는 각 process의 미세조직사진이다.



(a)plasma nitrocarburizing (CH4 0.5%) (b)plasma nitrocarburizing (CH4 1.25%) (c)plasma nitrocarburizing (CH4 3%) (d) Carbonitriding

Fig. 2. Microstructure of SNCM220

플라즈마 침질탄화와 다르게 침탄처리의 경우 표면에 화합물층(Compound layer)이 아닌 경화층(Hardened Layer)이 표면에 형성되어 경도를 증가시킨다. Fig. 3은 각 process별 XRD Patterns을 그래프로 나타내었다. XRD결과에서 침탄처리 후 표면은 원소재보다 결정성이 조금 안좋아질 뿐이지만, 플라즈마 침질탄화처리 시 소재의 표면에 생성되는 Compound layer 면이 CH4의 함량이 증가할수록 생성되는 Fe₂₋₃(N,C)은 증가하고, Fe₄(N,C)은 감소함을 확인 할 수 있었다. 또한, CH4의 함량이 1.25%이상일 때 표면의 Compound layer에서 탄화물인 Fe₃C가 생성되어 화합물층의 두께가 감소되는 것을 알 수 있었다.



(a) CH4 Contents

(b) Process

Fig. 3. XRD Patterns of Nitrocarburized layers produced on SNCM220

Fig. 2의 미세조직사진에서 관찰되는 화합물층(Compound layer) 및 경화층(Hardened Layer)의 두께는 GDS결과를 통해서 더 자세하게 알 수 있었다. 플라즈마 침질탄화처리의 경우 CH4의 함량이 많을수록 N & C의 침투깊이가 작고, 이것이 표

면에 형성되는 Compound layer의 두께에 영향을 미치게 되는 것이다. 침탄질화처리의 경우는 C의 침투깊이가 곧 Hardened Layer의 두께라 할 수 있었다. 또한 이 침투깊이는 경도에도 영향을 나타내었는데, 플라즈마 침질탄화 처리시 표면의 Compound layer가 생성된 부분의 경도는 QT+플라즈마 침질탄화처리 한 것이 높았으나, 플라즈마 침질탄화처리시 발생하는 확산층(20~400 μm)에서의 경도는 침탄질화처리한 시편이 더 높게 측정되었다. 침탄질화처리 시 경화층 깊숙히C가 침투하였기 때문에 더 높은 경도가 측정된다고 생각된다. Fig. 4.는 각 process별 GDS Data를 나타낸 것이다.

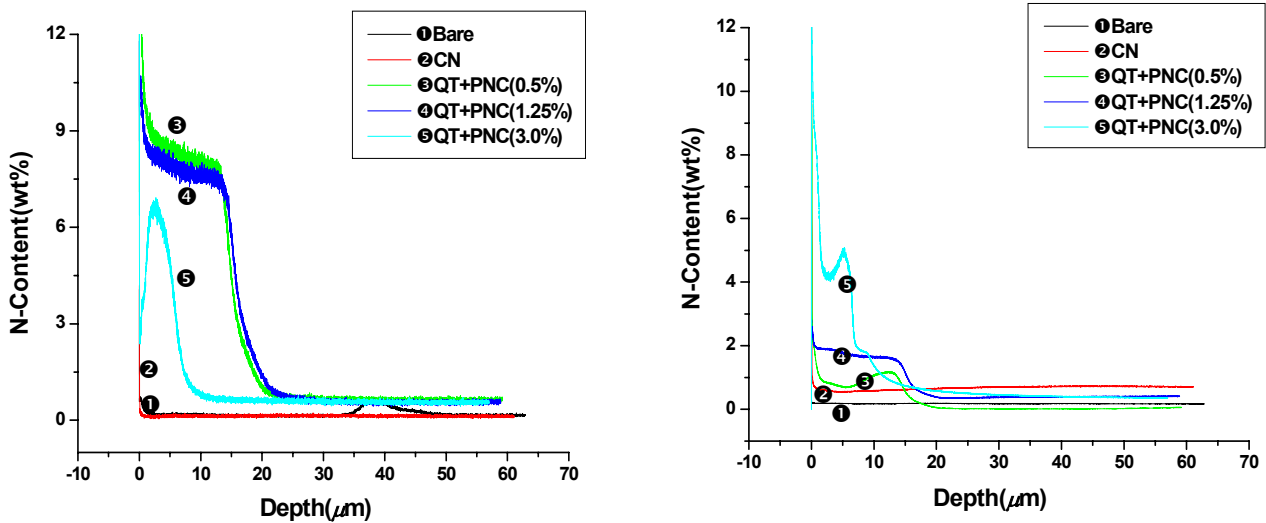


Fig. 4. GDS(SNCM220) of N&C with Process

Fig. 5.는 표면부터의 경도와 Wear Test후 마모단면적을 그래프로 그려놓은 것이다. 마모단면적은 가스침탄처리 및 QT+플라즈마 침질탄화처리 두process 모두 미처리재에 비하여 매우 감소하였고, 침탄질화처리보다 QT+플라즈마 침질탄화처리 시편이 미세하게나마 더 좋게 측정되었다. 표면에 생성된 Compound layer로 인해 표면경도가 침탄질화처리한 시편보다 더 높기 때문이라 추측된다.

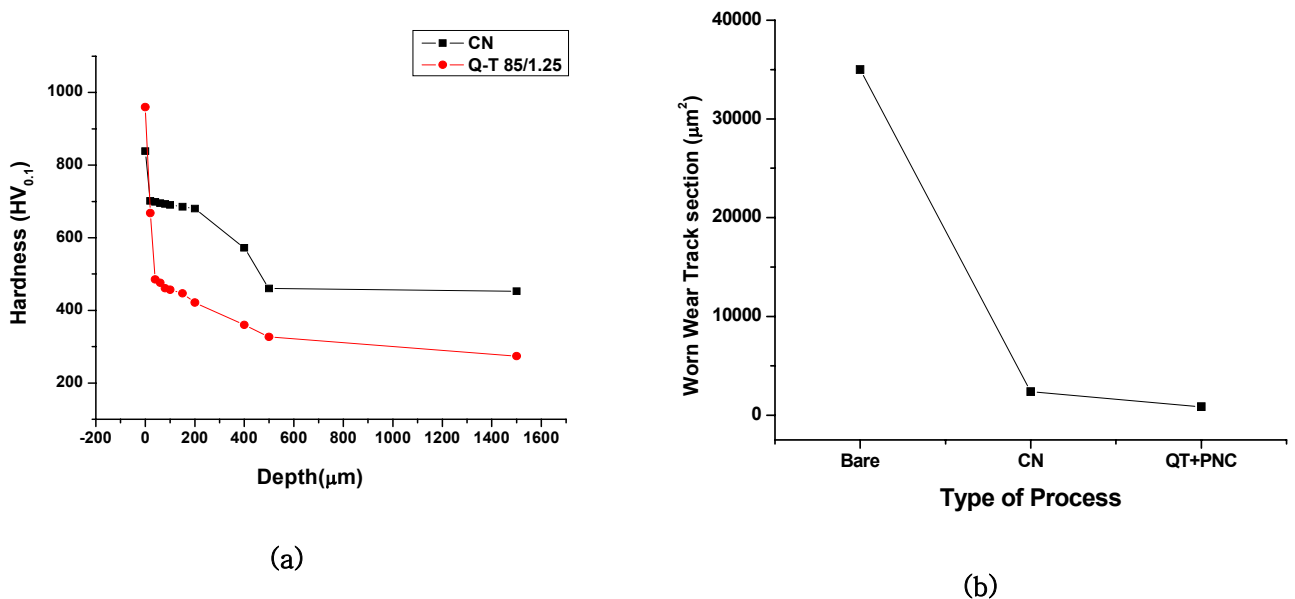


Fig. 5. Hardness Depth Profiles(a), Wear Test(b) of SNCM220

3. 결론

기존의 침탄처리기술을 QT+저온 플라즈마 침질탄화기술로의 대체 가능성에 대해 긍정적으로 생각해 볼 수 있었다. 침탄처리시보다 소재 내부의 경도가 떨어지고 공정시간이 길다는 단점이 있지만, 상대적으로 저온에서 처리한다는 점과 표면의 경도 및 마모특성이 상대적으로 좋다는 점으로 생각해볼 때 마모특성이 중요하게 요구되는 부품재료에 적용시킨다면 다소 효과를 볼 수 있을 것이라 생각된다.

참고문헌

1. T. Bell, Y. Sun and A/ Suhadi, Vacuum, 59, 14 (2000).